



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
INGENIERIA TÉCNICA INDUSTRIAL MECÁNICA

PROYECTO FIN DE CARRERA

**DESARROLLO DE UN SOFTWARE
PARA LA ELECCIÓN Y DISEÑO DE
ELEMENTOS DE UN ASCENSOR,
DELIFT, MEDIANTE LA
HERRAMIENTA GUIDE DE MATLAB**

Leganés, Octubre de 2011

Autor:

D. Alberto Toril Castro

Tutora:

Dr. Dña. María Jesús López Boada

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría comenzar agradeciendo la realización de este proyecto a mi tutora, María Jesús López Boada, muchas gracias por el buen carácter siempre adoptado en cada una de mis visitas y dudas formuladas.

En otro plano relacionado, querría agradecer no este proyecto, sino el proyecto que ha sido durante todos estos años mi presente, quien soy y quien quiero llegar a ser.

Uno con el tiempo va siendo consciente de que todo el trabajo realizado y las dificultades superadas en determinadas etapas de la vida se hacen mucho más llevaderas cuando te encuentras rodeado de buenas personas. Este es el adjetivo más claro que puedo dar de los amigos que se han sumado a mi vida en esta etapa universitaria. Todos y cada uno de ellos saben perfectamente quiénes son y el inmenso aprecio que les tengo. No voy a enumerarlos uno a uno, puesto que podría llenar hojas y hojas con sus nombres, pero lo que pueden tener muy por seguro es que si he conseguido salir adelante de las diferentes adversidades presentadas en estos años, ha sido gracias a su apoyo constante y sus siempre bienvenidas palabras de cariño y amistad. Borja Iñiguez Velasco, Olmo Montero del Río, Alejandro Sánchez González, Javier de Leiva Poveda, Ángel Sánchez-Fuentes Santos, Alejandro Beltrán Yee, Andrés Sánchez-Cid Blázquez...cualquier palabra aquí se quedaría corta para demostrar todo lo que siento.

A mi padre, por sus incontables muestras de dedicación y preocupación para que todo saliera adelante y mantener una “normalidad” dentro de las mareas y tempestades. Todo cambio siempre es difícil de asumir y el que nos ha tocado ha sido el más duro de todos, pero gracias a ti he aprendido que la unión y el trabajo en equipo consiguen superar cualquier muro que se presente.

A mi hermano Juan Carlos, por el simple hecho de tener una sonrisa para mí en todo momento. No sería quien soy sin él a mi lado. Él es el culpable de que quiera dedicar mi vida entera a ayudar a los demás, de que siempre necesite mostrar a toda persona que tenga a mi alrededor que la vida es algo hermoso, que muchas veces los problemas hay que mirarlos desde arriba, que lo importante siempre se encuentra en las cosas más sencillas y que debido al mundo materialista en el que nos encontramos muchas veces perdemos el norte, grave error.

A Pilar y Fidel, porque sin ellos aquí, muchas cosas habrían dejado de tener sentido. Vosotros sois los que conseguís que todo siga dentro de la normalidad, siendo el faro día a día de la calidez familiar.

A mi familia, por los buenos consejos recibidos.

Y por supuesto a mi madre, por que esté donde esté sé que siempre estará cuidándome, como estuvo durante estos veintidós años. Puedo decir sin tener ninguna duda al respecto que ha sido la mujer más maravillosa que he conocido desde que tengo uso de razón. No ha habido nunca nadie que se le pareciera, ni creo que nunca llegue a conocer a alguien igual. Ella es la que verdaderamente me enseñó el verdadero significado de la palabra “amor”. Era lo que siempre irradiaba en todo proyecto en el que invertía su tiempo.

Tal vez nunca pueda llegar a ser como tú, sin embargo reflejarme en ti es la meta que más seguridad me aporta en cada elección que hago; poder llegar a ser alguien con la misma fuerza y entereza que demostraste hasta el último minuto, sin importarte lo que te estaba ocurriendo, asumiendo los golpes y manteniendo la mente fría para poder seguir amando de la manera que lo hiciste a todos los que estábamos a tu lado.

Soy consciente de que se me quedan muchas personas en el tintero, pero creo tener el privilegio de poder asegurar que el agradecimiento os lo muestro en toda oportunidad que se me presenta en el día a día. Disculpadme aún así que termine de esta manera.

Muchas gracias.

RESUMEN

El ascensor constituye un elemento indispensable en la concepción de los edificios que existen en la actualidad. En el presente proyecto se comienza analizando esta necesidad y el posterior surgimiento del mismo, pasando a continuación a estudiar los diferentes elementos mecánicos que lo conforman. Todo ello con el objetivo de poder desarrollar un software válido para el aprendizaje del ingeniero en la materia del transporte vertical.

Este software, llamado DELIFT 1.0, acrónimo nacido de “*Designer of lifts*”, ha sido concebido a través del lenguaje matemático de programación MATLAB, concretamente de una herramienta perteneciente al mismo denominada GUIDE. De este lenguaje de programación y sus características se hablará en los sucesivos capítulos.

DELIFT 1.0 es un software con una interfaz de usuario desarrollada para la elección de los ascensores necesarios a la hora de construir diferentes tipos de edificios y el posterior análisis y cálculo de las guías y los cables necesarios para su construcción. Durante el desarrollo de los sucesivos apartados, serán explicados todos los cálculos implementados en la programación de DELIFT 1.0, así como la normativa aplicada en cada caso.

SUMMARY

The elevator is an indispensable element in the design of the buildings that exist nowadays. This project begins by analyzing the need and the subsequent emergence of it, then going to study the different mechanical elements that comprise it. All with the goal to develop software that clearly supplement the engineer's learning in the field of vertical transport.

This software, called DELIFT 1.0, acronym of “Designer of lifts”, was designed through the mathematical programming language MATLAB, specifically with a toolbox of it called GUIDE. This programming language and its features will be discussed in next chapters.

DELIFT 1.0 is a software with an user interface developed for the choice of lifts needed when building different types of buildings and the subsequent analysis and calculation of the guidelines and the cables needed for it construction. During the development of successive sections, all calculations implemented in the programming of DELIFT 1.0 will be explained, as well as the norms applied in each case.

Índice general

<i>AGRADECIMIENTOS</i>	i
RESUMEN	iii
SUMMARY	viii
Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Introducción	2
1.2 Objetivos	4
1.3 Estructura del proyecto	5
Capítulo 2: El ascensor	6
2.1 Introducción	7
2.1.1 Revolución Industrial. El ascensor moderno	8
2.2 Tipos de ascensores	12
2.2.1 El ascensor hidráulico	12
2.2.2 El ascensor eléctrico	15
2.3 Partes y componentes de un ascensor eléctrico	17
2.3.1 Grupo tractor	17
2.3.2 El contrapeso	19
2.3.3 La cabina	20
2.3.4 Bastidor o chasis de la cabina	21
2.3.5 Limitador de velocidad	23
2.3.8 Guías	27
2.3.9 Cables	30

Capítulo 3: Diseño de un ascensor.....	33
3.1 Determinación del número de ascensores necesarios	34
3.1.1 Normativa Técnica de Edificación.	
Instalacion Técnica de Ascensores. (NTE-ITA).....	34
3.1.1.1 Edificios de viviendas unifamiliares	35
3.1.1.2 Edificios de apartamentos turísticos, residencias y asilos	35
3.1.1.3 Hoteles	35
3.1.1.4 Edificios de oficinas.....	36
3.1.1.5 Hospitales.....	36
3.2 Cálculo de guías	37
3.2.1 Configuraciones estructurales posibles de las guías	37
3.2.2 Estudio del caso general	43
3.2.2.1 Caso 1: Funcionamiento de un componente de seguridad	44
3.2.2.2 Caso 2: Utilización normal, funcionamiento	52
3.2.2.3 Caso 3: Utilización normal,carga	52
3.2.3 Cálculo de valores admisibles y selección de perfiles.	56
3.2.3.1 Tensión máxima admisible	56
3.2.3.2 Deflexión máxima permitida	52
3.2.3.3 Selección de perfiles	58
3.3 Cálculo de cables.....	59
 Capítulo 4: MATLAB.....	 60
4.1 Introducción	61
4.2 Lenguaje de programación.....	62
4.3 MATLAB – GUIDE	63
4.3.1 Descripción	63
4.3.2 Componentes y herramientas de GUIDE	65
4.3.2.1 Propiedades de los componentes.....	67
4.3.3 Funcionamiento de una aplicación GUI	69

Capítulo 5: DELIFT 1.0.....	70
5.1 Descripción del software.....	71
5.2 Utilización de DELIFT 1.0	73
5.2.1 Características técnicas.....	74
5.2.2 Cálculo de guías	81
5.2.2.1 Obtención de resultados.....	88
5.2.3 Cálculo de cables	92
 Capítulo 6: Validación del software	96
6.1 Ejemplo comparativo.....	97
6.1.1 Paso 1: Ejemplo de aplicación	97
6.1.2 Paso 2: Comprobación de los cálculos realizados	102
6.1.2.1 Caso 1: Funcionamiento de un componente de seguridad	106
6.1.2.2 Caso 2: Utilización normal, funcionamiento	108
6.1.2.3 Caso 3: Utilización normal, carga	109
6.1.2.4 Comprobación del cálculo de cables.....	110
6.2 Herramientas externas que fundamentan el software DELIFT 1.0	114
 Capítulo 7: Conclusiones y trabajos futuros.....	117
 Capítulo 8: Bibliografía	119
 ANEXO A: NORMATIVA TÉCNICA DE LA EDIFICACION INSTALACIÓN TÉCNICA DE ASCENSORES (NTE-ITA)	122

Índice de figuras

<i>Figura 1.1: Ascensor de la Torre Eiffel.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 1.2: Hall de ascensores de un hotel.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2.1: Diseño de un ascensor en 1405.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2.2: Diseño de un ascensor Otis de 1881.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2.3: Montacargas Otis sobre pistón.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2.4: Cartel en Seattle referenciando el crecimiento debido a la</i>	
<i>Revolución Industrial.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2.5: Visión general de un ascensor hidráulico.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2.6: Visión general de un ascensor eléctrico.....</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2.7: Grupo tractor.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2.8: Distintos tipos de contrapesos.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2.9: Cabina de un ascensor.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2.10: Diferentes vistas del chasis que sustenta la cabina del ascensor.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 2.11: Diferentes elementos adheridos al chasis.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 2.12: Limitador de velocidad.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2.13: Ejemplo de diferentes tipos de paracaídas.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 2.14: Amortiguador de elástico, de resorte e hidráulico.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 2.15: Ejemplo de guía con perfil en T junto a sus características</i>	
<i>mecánicas.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 2.16: Diferentes perfiles de acero empleados como guías de ascensores.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 2.17: Sistemas de suspensión.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 2.18: Cable de acero trefilado.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 3.1: Logotipo NTE-ITA.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3.2: Configuración general.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 3.3: Cabina guiada y suspendida de su centro.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 3.4: Cabina con guías y órganos de suspensión descentrados.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3.5: Guiado y suspensión en voladizo.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3.6: Ascensor panorámico. Configuración general.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 3.7: Distribución de carga respecto al eje X.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 3.8: Distribución de carga respecto al eje Y.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 3.9: Ejes del perfil de guía.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 3.10: Configuración general. Posición de las puertas.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 3.11: Logotipo Saveria.....</i>	<i>58</i>

Figura 4.1: Logotipo MATLAB.....	61
Figura 4.2: Icono de acceso a GUIDE.....	64
Figura 4.3: Ventana de inicio de MATLAB GUIDE.....	64
Figura 4.4: Ventana de diseño de GUIDE.....	65
Figura 4.5: Herramientas disponibles en GUIDE.....	66
Figura 4.6: Entorno de diseño de GUIDE. Componentes etiquetados.....	66
Figura 4.7: Opciones de los componentes.....	67
Figura 4.8: Property Inspector.....	68
Figura 5.1: Pantalla de inicio de DELIFT 1.0.....	71
Figura 5.2: Menú principal.....	73
Figura 5.3: Características técnicas.....	74
Figura 5.4: Selección de tipo de edificio.....	75
Figura 5.5: Viviendas unifamiliares.....	75
Figura 5.6: Oficinas.....	75
Figura 5.7: Hoteles.....	76
Figura 5.8: Residencias/apartamentos.....	76
Figura 5.9: Hospitales.....	76
Figura 5.10: Características técnicas calculables para ascensor primario y secundario.....	77
Figura 5.11: Cálculo del número de pasajeros.....	78
Figura 5.12: Cuadro de información sobre el cálculo del número de ascensores.....	79
Figura 5.13: Cuadro de información sobre las características técnicas de los ascensores.....	79
Figura 5.14: Cuadro de información sobre el cálculo del número de pasajeros.....	80
Figura 5.15: Cuadro de información sobre los tipos de paracaídas disponibles.....	80
Figura 5.16: Cálculo de guías.....	82
Figura 5.17: Tipos de configuración disponibles.....	82
Figura 5.18: Cálculo de guías sobre el caso general.....	83
Figura 5.19: Secciones T disponibles.....	83
Figura 5.20: Selección de perfiles T.....	83
Figura 5.21: Secciones T disponibles.....	84
Figura 5.22: Secciones T disponibles.....	84
Figura 5.23: Cabina guiada y suspendida de su centro.....	85
Figura 5.24: Cabina con guías y órganos de suspensión descentrados.....	85
Figura 5.25: Guiado y suspensión en voladizo.....	86
Figura 5.26: Ascensor panorámico-caso general.....	86
Figura 5.27: Cuadro de información sobre los tipos de configuración disponibles.....	87

<i>Figura 5.28: Cuadro de información sobre los tipos de perfiles T disponibles y su módulo de Young.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 5.29: Cuadro de información sobre los tipos de paracaídas casos de cálculo.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 5.30: Resultados referentes al cálculo de guías.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 5.31: Dimensiones y referencias de la cabina.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 5.32: Cuadro de información sobre las ecuaciones aplicadas durante la actuación del paracaídas.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 5.33: Cuadro de información sobre las ecuaciones aplicadas durante el funcionamiento normal del ascensor.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 5.34: Cuadro de información sobre las ecuaciones aplicadas durante el proceso de carga del ascensor.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 5.35: Normativa UNE EN 81 relativa a los cálculos.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 5.36: Cálculo de cables.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 5.37: Tipos de suspensión disponibles.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 5.38: Tipos de cables disponibles.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 5.39: Obtención de resultados relativos a los cables.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 5.40: Cuadro de información sobre los tipos de suspensión disponibles y su referencia.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 5.41: Cuadro de información sobre los cables disponibles.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 5.42: Cuadro de información sobre las ecuaciones aplicadas en el cálculo de cables.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 6.1: Introducción de los datos técnicos del ejemplo.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 6.2: Selección de un perfil inicial T90/B.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 6.3: Obtención de resultados erróneos.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 6.4: Redimensionado del perfil por uno mayor, T114/B.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 6.5: Obtención de resultados satisfactorios.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 6.6: Dimensiones empleadas.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 6.7: Obtención de resultados en el apartado de cables.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 6.8: Características técnicas perfil T114/B.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 6.9: Características mecánicas perfil T114/B.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 6.10: Normativa Técnica de la Edificación. Número de ascensores.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 6.11: Datos técnicos de ITA-2.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 6.12: Sistema de referencia.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 6.13: Sistemas de suspensión.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 6.14: Cable dual tipo 8x19.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 6.15: Menu principal de la aplicación de Savera.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 6.16: Introducción de los datos del ejemplo.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 6.17: Obtención de las secciones válidas para el caso concreto.....</i>	<i>116</i>

Índice de tablas

<i>Tabla 2.1: Ventajas e inconvenientes del ascensor hidráulico.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2.2: Ventajas e inconvenientes del ascensor eléctrico.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 3.1: Factores de impacto.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 3.2: Valores ω en función de λ para un acero de $R_m=370\text{ N/mm}^2$.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 3.3: Valores ω en función de λ para un acero de $R_m=520\text{ N/mm}^2$.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 3.4: Coeficientes de seguridad.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 3.5: Esfuerzos admisibles de acuerdo con Normativa ISO 7465.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 4.1: Descripción de los componentes de GUIDE.....</i>	<i>67</i>
<i>Tabla 6.1: Esfuerzos admisibles por la Norma UNE-EN 81.....</i>	<i>103</i>

Capítulo 1

Introducción

1.1 Introducción

Un ascensor o elevador se define como un sistema de transporte vertical para movilizar personas o bienes entre diferentes niveles.

En la actualidad los ascensores se han convertido en herramientas empleadas en el día a día por millones de usuarios, tan extendidos que incluso que se echan en falta en gran medida si un edificio carece de ellos por completo.

Sin embargo se desconoce todo el laborioso trabajo que hay detrás del estudio, elaboración, montaje, etc. de cada uno de ellos; pues en absoluto nada está realizado al azar en este tipo de maquinaria de transporte.

Para este proceso, dependiendo del tipo de normativa a seguir, factores como el tipo de edificio en el que se va (o van) a ubicar, la afluencia que va a sufrir, el tipo y peso de la carga que vaya a transportar y por supuesto el número de plantas que posea el edificio, entre otros factores, determinará muchas de las características del ascensor a instalar.

De esta manera, existen diversas configuraciones posibles a la hora de la instalación del ascensor. Dos ejemplos de ello pueden verse en las figuras 1.1 y 1.2, donde se muestra, respectivamente, un ascensor perteneciente a la Torre Eiffel, ubicado por completo en el exterior de la estructura y otro interior, perteneciente a la recepción de un hotel.

¿Qué tipo de elementos mecánicos sufren las principales variaciones constructivas en estos diferentes casos de aplicación?

Este apartado se tratará con más detenimiento a lo largo del proyecto, pero desde elementos de seguridad como pueden ser los limitadores de velocidad, paracaídas y amortiguadores, hasta los cables, guías o el grupo tractor, cambian por completo la función del ascensor al variar sus características.



Figura 1.1: Ascensor de la Torre Eiffel

Debido a esta variedad de opciones, para el diseño de estos diferentes elementos mecánicos se emplean programas de diseño asistido (programas como “*Lift Designer*” [20]) basados en lenguajes de programación (como C++, FORTRAN, MATLAB) , con el denominador común de que todos ellos, por muy diferentes que puedan parecer, se reducen a aplicar las diferentes normativas para el cálculo de los mismos.

En el caso del presente Proyecto Fin de Carrera, el programa elegido para la traducción de todos estos planteamientos y la creación de una interfaz sencilla e intuitiva donde apoyarse ha sido MATLAB, en concreto un toolbox del mismo llamado GUI, del que se hablará más adelante y detallarán sus peculiaridades y ventajas.



Figura 1.2: Hall de ascensores de un hotel

1.2 Objetivos

El principal objetivo del presente proyecto es el de diseñar y programar un software a través de la herramienta gráfica GUI de MATLAB con el objetivo de poder calcular las tensiones y desplazamientos sufridos por diferentes elementos mecánicos, así como poder realizar un correcto dimensionamiento de un ascensor.

De esta manera, otros objetivos, derivados del anterior, a cumplir en la realización del presente proyecto son:

- Aplicación y aprendizaje de los diferentes factores que afectan a la elección de las características técnicas de un ascensor, es decir, de las condiciones estructurales y dinámicas deseadas en diferentes situaciones.
- Aplicación de la normativa vigente para el cálculo empírico necesario a la hora de hallar los resultados referidos a las guías del ascensor.
- Aplicación de la normativa vigente para el cálculo empírico necesario a la hora de hallar los resultados referidos a los cables del ascensor.
- Obtención de los conocimientos necesarios sobre el software matemático MATLAB, así como de la herramienta GUI para traducir todos los puntos anteriores a la creación de la interfaz de usuario que va a dar como resultado el programa deseado.
- Crear una herramienta sólida y fiable que pueda ser empleada por el profesorado y por alumnos como apoyo y ampliación de conocimientos para la asignatura “Ingeniería del transporte”, que se imparte en el primer año del Máster de Ingeniería Industrial y disponer así de una herramienta que pueda ser ampliada para obtener un soporte completo en todos los campos de los sistemas de transporte verticales.

1.3 Estructura del proyecto

El contenido de este proyecto se encuentra dividido en ocho capítulos, siendo el primero de ellos la presente introducción.

En el capítulo 2 se realiza una breve descripción del surgimiento y evolución de los diferentes sistemas de elevación, para centrarse a continuación en los ascensores de tipo eléctrico y describir los diferentes elementos mecánicos que los componen.

En el capítulo 3 se describen los cálculos que se implementarán en el posterior desarrollo del software DELIFT 1.0. Estos serán los incluidos en la Normativa UNE-EN 81 referentes a las guías y cables del ascensor.

En el capítulo 4 se introduce al usuario en el ámbito de la programación a través del código matemático MATLAB y todas las posibilidades que este lenguaje de programación ofrece, centrándose en la herramienta de creación de interfaces de usuario GUIDE y en las herramientas disponibles que conforman su estructura.

En el capítulo 5 se detalla todo el proceso de creación del software DELIFT 1.0 y su aplicación. Detallando en todo momento sus posibilidades para todo tipo de edificios y casos diferentes que puedan surgir ante la necesidad de obtención de datos reales que poder aplicar en el estudio del diseño de las guías y cables de un ascensor.

En el capítulo 6 se procede a realizar un ejemplo real, con una serie de datos que serán introducidos en primer lugar en el programa. Tras su comprobación y posterior aplicación de la Normativa vigente, se realizan los cálculos empíricos pertinentes para asegurar su validez. Tras esto, se vuelve a comparar con otro software externo, perteneciente a Saveria Group, que determina, en función de los datos dimensionales introducidos, los perfiles que serán necesarios para soportar los esfuerzos producidos; demostrando por segunda vez la correcta obtención de los resultados y por tanto el correcto cumplimiento de los objetivos de este proyecto.

En el capítulo 7 se enuncian las principales conclusiones obtenidas con la realización del presente proyecto y los futuros posibles trabajos tras su finalización.

En el capítulo 8 se expone la bibliografía aplicada en el presente Proyecto Fin de Carrera.

Capítulo 2

El ascensor

2.1 Introducción

Existen tres grandes razones que impulsaron el nacimiento de los rascacielos en el mundo:

- El aumento del precio del suelo. Lo cual conllevaba a aprovechar el rendimiento el terreno construyendo más plantas en los mismos metros cuadrados.
- El descenso del precio del acero como consecuencia del crecimiento y masificación industrial. Esto proporcionaba la opción de construir edificios más ligeros en igualdad de condiciones de resistividad.
- La invención del ascensor.

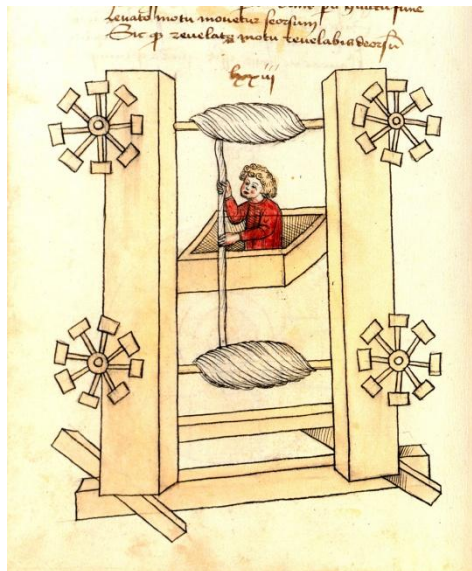


Figura 2.1: Diseño de un ascensor en 1405

Pese a que hace siglos que existen escritos y relatos sobre mecanismos y artilugios con la función de mover cargas (mayoritariamente movidos por potencia animal), los ascensores mecánicos para pasajeros, tal y como se conocen hoy en día, son un invento del siglo XIX.

Aun así, cuando nacieron, subirse a aquellos primeros ascensores de vapor era una especie de ruleta rusa. Los periódicos hablaban con frecuencia de elevadores que se desplomaban, lo cual no contribuía a su popularización. Pero como se sabe a día de hoy, todo aquello cambió y los ascensores llegaron a extenderse por todo el mundo.

En las figuras 2.1 y 2.2 se puede establecer una comparación de los diseños de diferentes ascensores en épocas muy distintas y de la notable evolución del mismo.

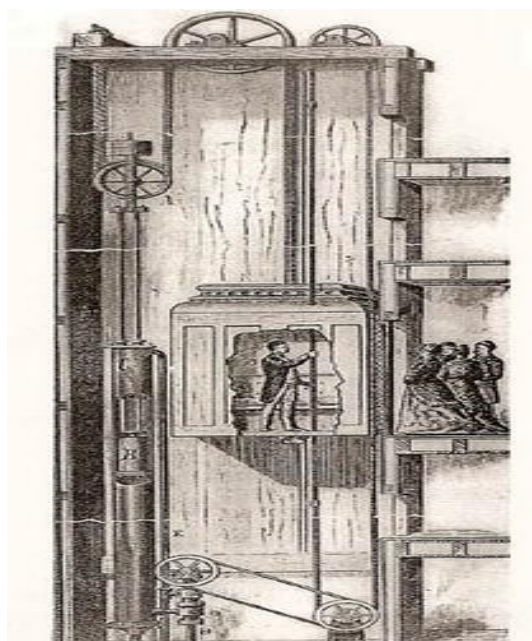


Figura 2.2: Diseño de un ascensor Otis de 1881

2.1.1 Revolución Industrial. El ascensor moderno

Alrededor del año 1800 tuvo lugar la invención de la máquina de vapor, a manos de James Watts. Este hecho supuso el inicio de una nueva era en la que se aplicaba un nuevo tipo de energía, la energía proveniente de las calderas de vapor.

Años después, en 1835, se utilizó el primer ascensor movido por una máquina a vapor para levantar cargas en una fábrica de Inglaterra. Por entonces, la mayoría de los elevadores del siglo XIX eran accionados por una máquina de vapor, ya fuera directamente o a través de algún tipo de tracción hidráulica.

En 1845 William Thompson diseñó el primer ascensor hidráulico, que utilizaba la presión del agua corriente.

En 1851, un tal Waterman inventó el primer prototipo de montacargas. Se trataba de una simple plataforma unida a un cable, para subir y bajar mercancías y gente.

A medida que se fueron construyendo edificios más altos, tal y como se comentaba en la introducción de este apartado, la gente se sintió menos inclinada a subir escaleras empinadas. Los grandes almacenes empezaron a prosperar y surgió la necesidad de un aparato que trasladara a los clientes de un piso a otro y empleara un mínimo esfuerzo.

El montacargas inspiró a un estadounidense, Elisha G. Otis, a inventar un elevador con un sistema dentado, que permitía amortiguar la caída del mismo en caso de que se cortara el cable. Corría el año 1852 y este hecho constituyó el surgimiento del primer freno de seguridad para ascensores. Al año siguiente, en 1853, Otis presentó su prototipo en la Feria del Palacio de Cristal de Nueva York y se ganó la confianza del público al permitir que cortaran intencionadamente el cable del montacargas con el mismo en su interior. Este hecho constituyó el principio del transporte de personas.

Fue en 1857 cuando Otis instaló el primer ascensor para personas en los almacenes E.V. Haughwout Company de Nueva York, accionado por una máquina de vapor que lo impulsaba a una velocidad de 0.2 m/s en un recorrido total de 5 plantas.

En 1872, C. W. Baldwin, que trabajaba para la compañía Otis, inventó el elevador hidráulico de engranajes, los cuales retiraron de circulación a los de vapor (figura 2.3). Los ascensores hidráulicos funcionaban gracias a la presión del agua que suministraban directamente las tuberías de la red de abastecimiento municipal, o mediante la fuerza de una bomba de agua instalada en un tanque de almacenamiento ubicado en lo alto del edificio. Otis comenzó a producir ascensores hidráulicos en 1874.

Después de instalar este tipo de elevadores en unos cuantos edificios, las compañías comenzaron a pagar sumas cada vez más sustanciales por las plantas de altura en detrimento de las bajas, las preferidas hasta entonces. Esto supuso un vuelco radical en las operaciones inmobiliarias. De pronto, las “cómodas” plantas bajas accesibles fácilmente por escaleras, comenzaron a ser vistas como demasiado ruidosas y polvorientas [1].

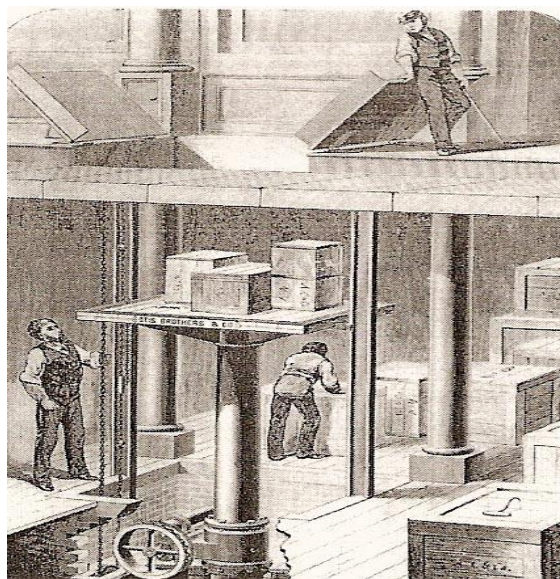


Figura 2.3: Montacargas Otis sobre pistó

Un elevador de esta clase empleaba típicamente un motor hidráulico consistente en un pistón dentro de un cilindro. La cabina del ascensor se suspendía de cables. El motor hidráulico del ascensor se controlaba tirando de las cuerdas que pasaban a través de la cabina de pasajeros. Una segunda variación del ascensor hidráulico consistía en una plataforma ubicada directamente sobre un pistón rígido. Esta variedad (Figura 2.3) era más utilizada como montacargas.

El problema de estos últimos era que el eje tenía que enterrarse en la tierra a una profundidad igual a la de la altura que debía alcanzar en su subida. Esto por supuesto limitaba mucho la altura máxima que podía conseguirse, aunque en 1902 Otis instalaba montacargas de esta clase en edificios de hasta 25 plantas.

Hasta 1904, los elevadores hidráulicos fueron el sistema dominante en los edificios altos. No obstante, a finales de la década de 1880 comenzaron a instalarse los primeros ascensores eléctricos de engranajes, los cuales eran solo aptos para edificios de poca altura debido a su extremada lentitud. Este hecho, les impedía competir en igualdad de condiciones con los hidráulicos, y así fue hasta que llegó el cambio de siglo. En el año 1904, la empresa Otis Elevator Co. instaló sus primeras máquinas con tracción eléctrica sin engranajes, las cuales inmediatamente convirtieron a los hidráulicos en obsoletos [4].

Estos ascensores, rápidos y con límites de altura muy elevados, revolucionaron la construcción de los rascacielos y permitieron la llegada en los años 20 de rascacielos de más de 100 plantas de altura como el mítico Empire State Building. Su funcionamiento era tan óptimo que en el año 1948 seguían siendo considerados el estándar.

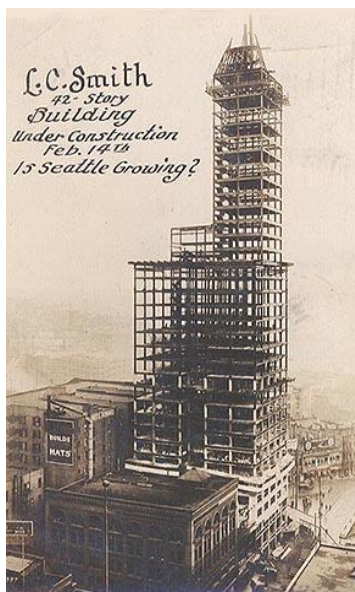


Figura 2.4: Cartel en Seattle referenciando el crecimiento debido a la Revolución Industrial

Aunque el ascensor eléctrico era el más popular no se dejó de lado el desarrollo y evolución de los diferentes sistemas de tracción, pues cada uno posee su campo de aplicación.

Tampoco se ha quedado atrás el desarrollo y perfeccionamiento de los dispositivos de seguridad. Hoy en día el ascensor es una de las máquinas más seguras que el hombre ha inventado.

En la figura 2.4 se puede observar un cartel de la época que plasma la constante evolución industrial derivada de la expansión y aplicación del ascensor.

2.2 Tipos de ascensores

La clasificación mas general a la hora de catalogar diferentes tipos de ascensores es atendiendo a su sistema de tracción, por esta parte se tienen dos tipos de ascensores:

- Ascensores hidráulicos.
- Ascensores eléctricos.

A pesar de tener ambos la misma finalidad, las diferencias entre ellos son significativas tal como se verá a continuación, puesto que sus sistemas de tracción son diferentes.

La realización del software de este proyecto está basado exclusivamente al segundo tipo mencionado, ascensores de tracción eléctrica. Nos obstante, no está demás conocer ambos tipos, qué diferencias existen entre ambos y el motivo de la elección del segundo para la realización del presente proyecto.

2.2.1 El ascensor hidráulico

Los ascensores hidráulicos (figura 2.5), fueron los pioneros en el transporte vertical de viviendas y oficinas, pero debido a la aparición del ascensor eléctrico, cayeron en desuso debido principalmente a un mayor coste de mantenimiento y a que poseen mayores restricciones en cuanto a su funcionamiento.

El sistema de tracción de esta clase de ascensores se compone de

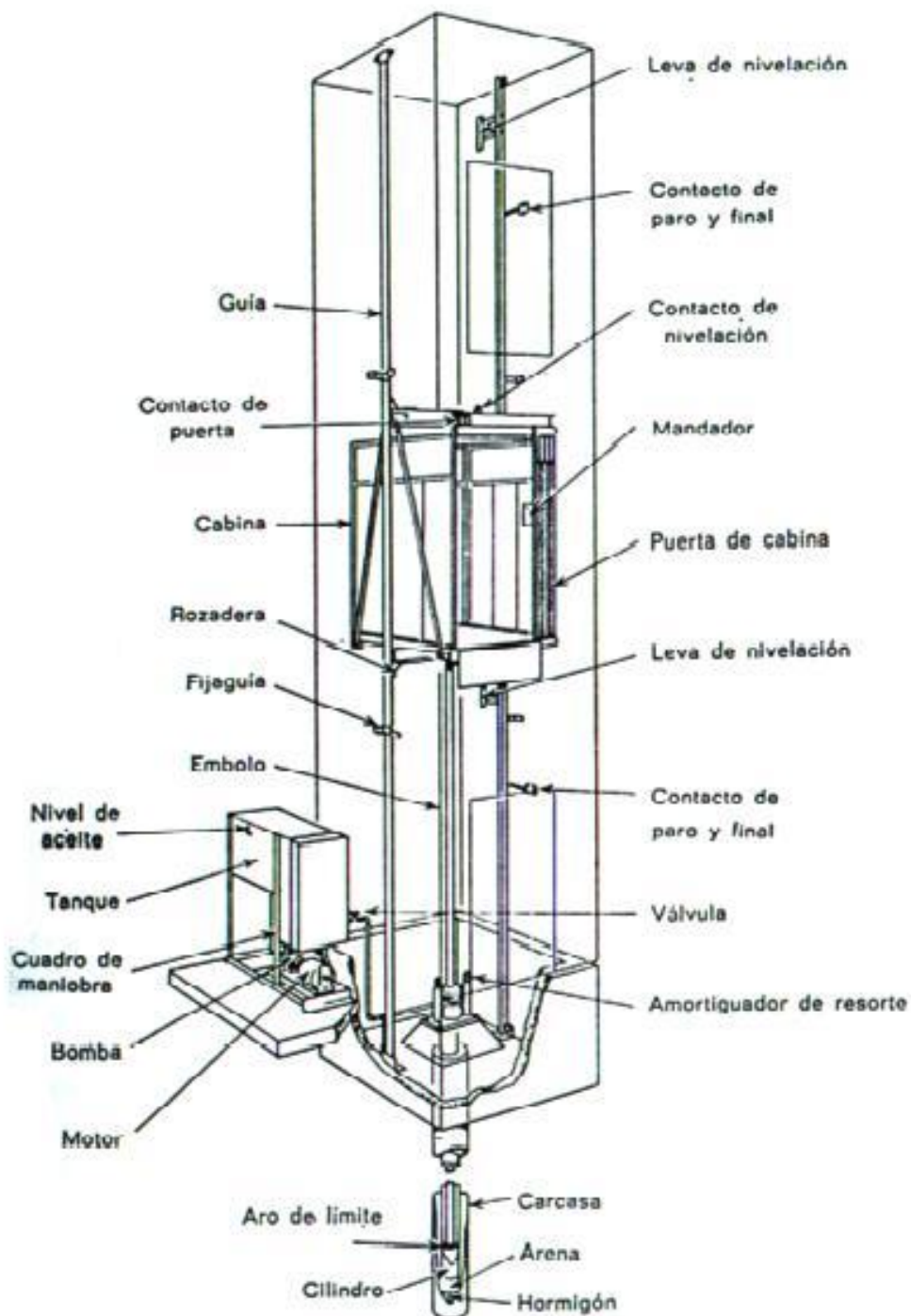
- Una central hidráulica.
- Un cilindro.
- Un pistón.
- Un bloque de válvulas de control del sistema hidráulico.
- Un sistema de tuberías por donde circula el fluido impulsor, actualmente aceite.

Este ascensor, a diferencia del ascensor eléctrico no incorpora contrapeso. Esto es debido a que el ascensor hidráulico se levanta desde abajo mediante el pistón hidráulico (o émbolo). El fluido hidráulico aumenta su presión mientras asciende por el cilindro hasta la base de la cabina. Si la presión del mismo es suficientemente alta, la fuerza que ejerce el pistón excede al peso de la cabina haciendo que esta ascienda. Cuando el ascensor ha llegado a la altura adecuada, la bomba que proporciona la presión al fluido hidráulico se detiene, manteniendo así la presión y cantidad de fluido dentro del cilindro constante. Esto mantiene la cabina fija, permitiendo a los pasajeros subir y bajar. Para permitir que el ascensor descienda posteriormente, se abre una válvula que permite que el fluido hidráulico pueda retornar mediante la red de tuberías al tanque (figura 2.5) [4].

El ascensor hidráulico dispone una serie de ventajas e inconvenientes de cara a sus limitaciones estructurales (tabla 2.1).

Tabla 2.1: Ventajas e inconvenientes del ascensor hidráulico

Ventajas	Inconvenientes
Ahorro del cuarto de máquinas en la parte superior del hueco	Potencia instalada mayor a igualdad de prestaciones con un ascensor eléctrico
Desgaste menor debido a la presencia del baño de aceite	Coste de mantenimiento elevado
Arranque y paradas suaves	Recorrido limitado hasta 27 m
La carga de elevación no sobrecarga la estructura	Dependencia a la temperatura del aceite
No precisan de paracaídas en el chasis	Velocidades nominales más bajas (0.63 m/s)



Instalación típica de un montacargos hidráulico

Figura 2.5: Visión general de un ascensor hidráulico

2.2.2 El ascensor eléctrico

El ascensor eléctrico es el tipo de ascensor más empleado. El grupo tractor constituye la característica principal de este tipo de ascensores, estando éstos normalmente formados por un grupo motor, acoplado a un reductor de velocidad, en cuyo eje de salida va montada la polea de tracción. Dicha polea está acanalada lo que permite el arrastre de los cables por adherencia.

Los motores más utilizados son los de corriente alterna, de una o dos velocidades o con variador de frecuencia, aunque también se utilizan los motores de corriente continua con convertidor continua-alterna.

Básicamente, un ascensor eléctrico está formado principalmente por los siguientes elementos:

- Circuito de tracción: compuesto por motor, freno, reductor y polea de tracción.
- Circuito de elevación: compuesto por la cabina, el contrapeso, el cable de tracción y en algunos casos el cable de compensación.
- Circuito de limitador de velocidad: compuesto por el propio limitador de velocidad y el mecanismo paracaídas.
- Instalación fija: compuesta por las guías, los amortiguadores, el cuarto de máquinas, el foso, las poleas y las puertas de acceso.

Todos ellos se encuentran representados en la figura 2.6 extraída de la Normativa Técnica de la Edificación [8].

Por otro lado, al igual que se comentaba en los ascensores hidráulicos, los ascensores eléctricos también presentan una serie de ventajas e inconvenientes derivados de su sistema de tracción (tabla 2.2) [4].

CAPÍTULO 2: EL ASCENSOR

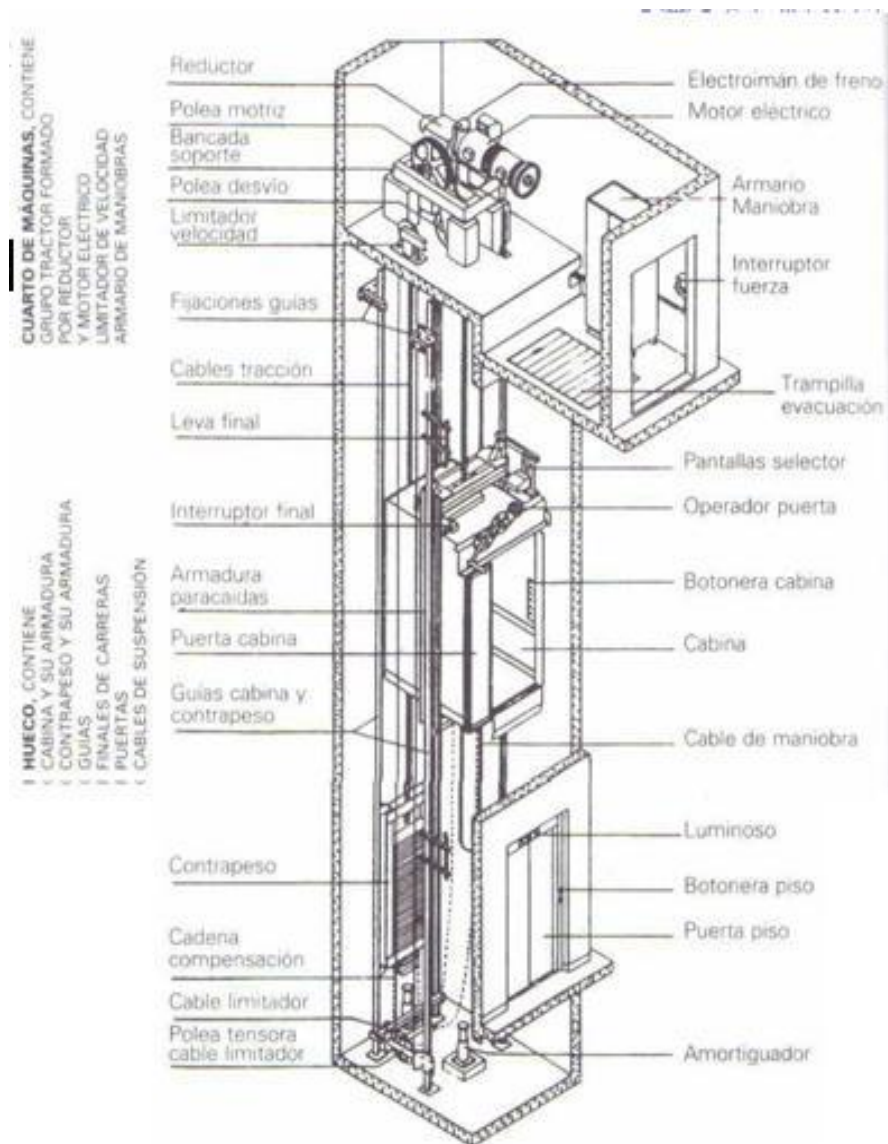


Figura 2.6: Visión general de un ascensor eléctrico

Tabla 2.2: Ventajas e inconvenientes del ascensor eléctrico

Ventajas	Inconvenientes
Sin limitación de recorrido	Mayor desgaste en cables de tracción
Mantenimiento más barato	Poca flexibilidad en su instalación y montaje
Potencia instalada pequeña y rendimiento mayor ($\eta \approx 45 - 60\%$)	Estructura del edificio sobrecargada por la carga
Uso más extendido	

2.3 Partes y componentes de un ascensor eléctrico

2.3.1 Grupo tractor

El grupo tractor produce el movimiento y parada del ascensor. Es el encargado de suministrar la potencia necesaria para subir y bajar la cabina. Existen dos modos de accionamiento del mismo:

- Por adherencia, empleando poleas de tracción y cables.
- Por engranajes, utilizando un engranaje reductor para impulsar a la polea motriz.

El método de accionamiento más empleado en la actualidad es el método por adherencia, el cual será también el que se supondrá estándar en la realización del proyecto. El sistema de accionamiento por adherencia está compuesto por una polea de adherencia acoplada a un motor (figura 2.7). Este acoplamiento puede ser directo o a través de una reductora de velocidad [9].



Figura 2.7: Grupo tractor

También es imprescindible que el grupo tractor esté provisto de un sistema de frenado que actúe automáticamente en el supuesto de que se produzca un corte de la energía eléctrica. Los diferentes tipos de sistemas de frenado serán referenciados más adelante en el apartado 2.3.6.

Existen diferentes grupos tractores en función de la carga que vaya a tener que soportar el ascensor y la velocidad requerida. De este modo se tienen tres posibles tipos de motores eléctricos:

- Motor de corriente continúa.
- Motor asíncrono de jaula de ardilla.
- Motor síncrono de imanes permanentes.

Por una parte, se sabe que a pesar de que el motor de corriente continúa dispone de una gran flexibilidad en cuanto a la amplia variación de velocidades, existen inconvenientes derivados del uso del mismo:

- Para una misma potencia los motores de corriente continua son mayores y más caros que los de inducción.
- Se debe vigilar el arranque de los motores de corriente continua, ya que la intensidad de arranque sólo viene limitada por la resistencia de los devanados, y hay riesgo de sobrecalentamiento por efecto Joule.
- Debido a la presencia del colector existe una mayor necesidad de mantenimiento que los motores de inducción, que son más robustos y con mayor simplicidad en sus elementos.

Por otro lado, los motores de inducción a pesar de ser más simples, más baratos y de mantenimiento más simple, presentan una serie de inconvenientes como la complejidad por regular la velocidad y presentar un consumo eléctrico mayor que los motores síncronos.

Además, es de destacar que el hecho de emplear un motor síncrono de imanes permanentes implica aparte de una disminución de la intensidad de arranque, ya que no necesita ningún mecanismo de reductor de engranajes como el caso de los motores asíncronos y el ahorro de energía eléctrica es mayor puesto que es capaz de trabajar con factores de potencia unitarios o prácticamente unitarios.

De esta manera, se consigue una mayor compacidad en la instalación, lo que se traduce en la eliminación del cuarto de máquinas y una mayor flexibilidad en las obras de instalación y montaje del ascensor.

Entre otras cosas, la no presencia del reductor de engranajes hace que el mantenimiento de engrase sea nulo y se mantenga así el respeto con el medio ambiente.

Por el contrario, como inconveniente se destaca su precio un poco superior a los motores asíncronos por ser de tecnología moderna en el campo de la elevación [4].

2.3.2 El contrapeso

El contrapeso es el elemento que permite equilibrar el peso de la cabina y de una parte de la carga nominal, que suele ser el 50%. De esta manera, se consigue reducir el peso que tiene que arrastrar el grupo tractor, por lo que se consigue economizar en parte la potencia necesaria del motor.

El contrapeso está formado por pesas, por bloques de hormigón unidos por un bastidor o directamente por bloques de fundición, como se puede observar en la figura 2.8.



a) Contrapeso formado por pesas de plomo.

b) Bloque de hormigón

c) Bloque de fundición.

Figura 2.8: Distintos tipos de contrapesos

Los accionamientos posibles para el contrapeso son los mismos que para el ascensor, detallados recientemente en el apartado 3.2.1.

Si la velocidad del ascensor no excede de 0.63 m/s, no deben emplearse contrapesos. En este caso se permite la utilización de una masa de equilibrado.

Si el contrapeso o masa de equilibrado incorpora pesas, deben tomarse las disposiciones necesarias para evitar su desplazamiento. A este fin debe utilizarse lo siguiente:

- a) Un bastidor en el que se mantengan las pesas.
- b) Si las pesas son metálicas y la velocidad nominal del ascensor no supera 1 m/s, dos varillas de unión como mínimo sobre las que asegurar las pesas.
- c) Las poleas y/o piñones fijados sobre el contrapeso o masa de equilibrado deben tener una protección de acuerdo con evitar:
 - Los accidentes corporales.
 - La salida de los cables de sus gargantas o cadenas de sus piñones, en caso de aflojamiento.
 - La entrada de cuerpos extraños entre los cables y sus gargantas y entre las cadenas y sus piñones [1].

2.3.3 La cabina

La cabina es la “caja” en la que van transportadas las personas o las cosas de un punto a otro del recorrido del ascensor.

Se trata de una estructura metálica que ha de ser resistente a los impactos, ignífuga, luminosa, aireada, segura y adaptada al uso de las personas con minusvalías. Las paredes, suelo y techo deben estar constituidos por materiales preferiblemente metálicos o por otros materiales de resistencia mecánica equivalente que además sean incombustibles, y conservar su resistencia mecánica en caso de incendio, sin producir gases ni humos (ver figura 2.9) [1].

Por otro lado, el techo de la cabina deberá ser ciego y capaz de soportar dos cargas estáticas de 75 kg cada una en cualquier parte de su superficie. Las dimensiones de la cabina vendrán dadas en función de la carga útil a transportar y la superficie útil máxima del suelo de la cabina, según la Normativa Técnica de la Edificación [8].



Figura 2.9: Cabina de un ascensor

2.3.4 Bastidor o chasis de la cabina

El bastidor o chasis de la cabina es la estructura que sirve para sostener a la cabina y al que se fija el mecanismo del paracaídas, el cual se verá en el apartado 2.3.6.

Se trata de un armazón de acero compuesto por largueros, uno en la parte inferior que es a través del cual se coloca la superficie de apoyo de la cabina y los tacos de caucho y, otro superior, que es por donde se coloca la polea de cabina (figura 2.10). Es posible utilizar otros elementos para conformar el bastidor, siempre y cuando su comportamiento sea parejo al mismo.

También se constituye por dos postes verticales que van soldados y/o atornillados a los largueros. Tanto los largueros como los postes están fabricados de acero de construcción de uso general, de acero S275 (JR a 20 °C) y se emplean perfiles estructurales normalizados UPN y HEB.

Estos perfiles de acero estructurales que componen el bastidor se calculan con coeficiente de seguridad 5 con el fin de garantizar la resistencia de los esfuerzos a los que están o pueden estar sometidos [5].

El cálculo para seleccionar los perfiles más adecuados se basa en tres esfuerzos diferentes, según sea el caso:

- Operación normal de desplazamiento de la cabina con carga nominal uniformemente distribuida en el suelo de cabina.
- Actuación de los paracaídas tras la frenada de emergencia.
- Choque con amortiguadores en caso de caída sobre los mismos.

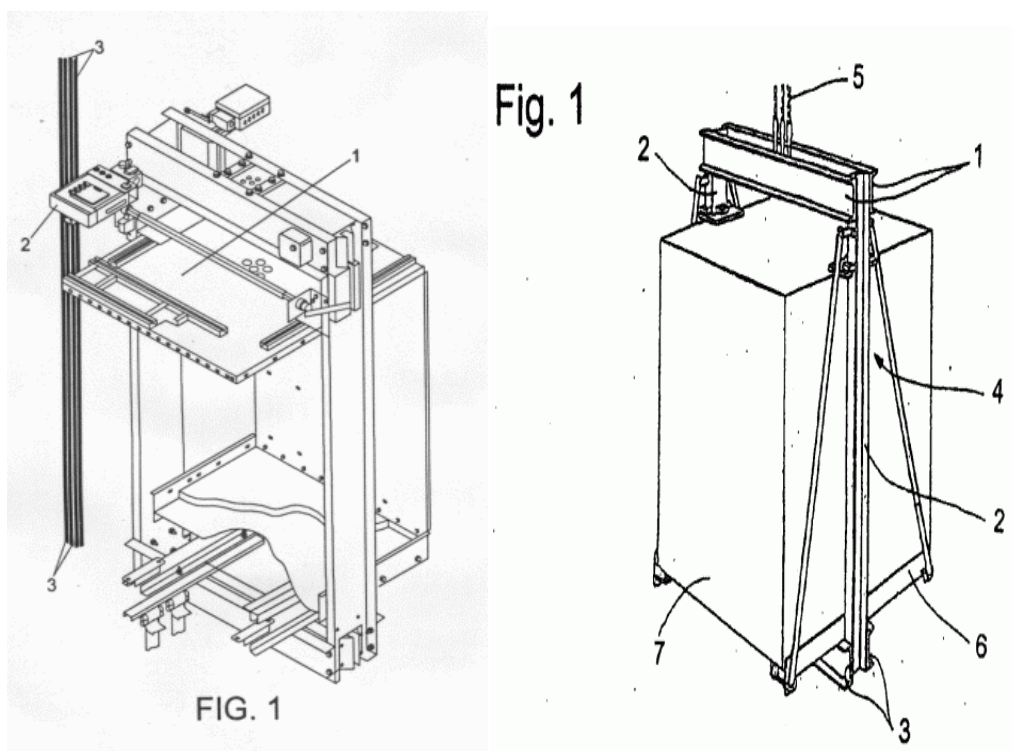


Figura 2.10: Diferentes vistas del chasis que sustenta la cabina del ascensor

Del travesaño superior tiran los cables de tracción (o las poleas para los mismos); en la parte posterior los guidores y a veces, en el travesaño inferior, se ubica el amortiguador y elementos de compensación del centro de gravedad como pueden ser las cadenas de compensación (figura 2.11).

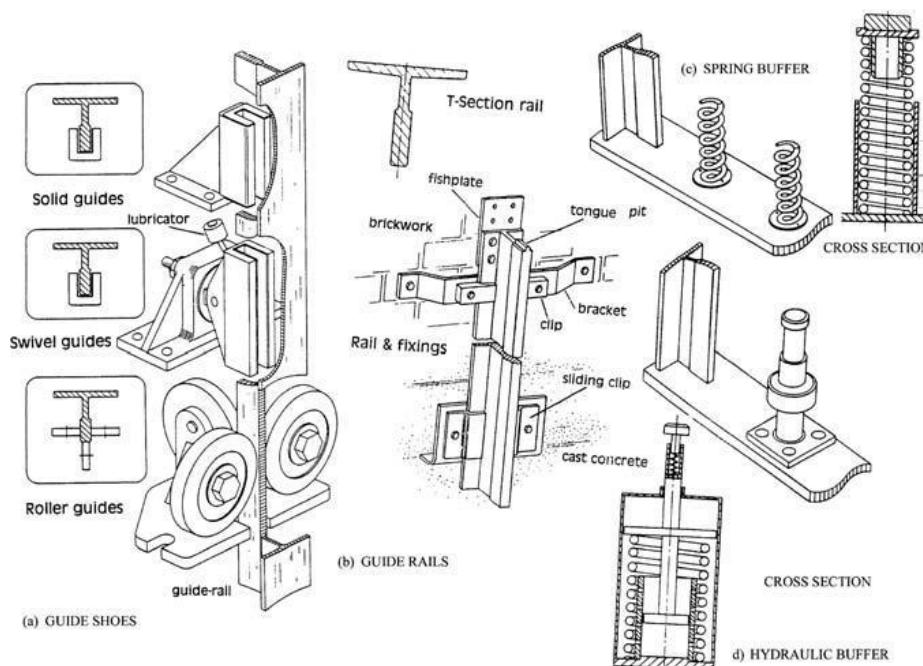


Figura 2.11: Diferentes elementos adheridos al chasis

2.3.5 Limitador de velocidad

El limitador de velocidad es uno de los elementos de seguridad más importantes de un ascensor eléctrico. Su función es la de detectar un aumento anómalo de la velocidad nominal y actuar sobre el paracaídas (elemento analizado en el apartado 2.3.6) cuando este aumento es al menos igual al 115% de la misma, sin reparar en la causa oportuna y, menor de:

- a) 0.8 m/s en paracaídas instantáneos no equipados con rodillos.
- b) 1 m/s en paracaídas instantáneos equipados con rodillos.
- c) 1.5 m/s en paracaídas instantáneos con efecto amortiguado y paracaídas progresivos utilizados con velocidades iguales o inferiores a 1 m/s.
- d) $1.25 \cdot v + \frac{0.25}{v}$ en m/s para paracaídas progresivos para velocidades nominales superiores a 1 m/s.

Lo que hace este sistema al detectar ese exceso de velocidad es bloquearse, inmediatamente. Al ocurrir esto también se bloquea el cable, el cual tira de la palanca de arrollamiento ala que va unida, poniendo de esta manera en marcha el paracaídas.

El limitador de velocidad consiste en dos poleas, una instalada en el cuarto de máquinas y la otra, alineada verticalmente con la primera en el fondo del hueco. Esta última es necesaria para que el cable que se mueve entre las dos poleas tenga la tensión necesaria para su buen funcionamiento. Uno de los ramales del cable se une con el paracaídas alojado en la cabina, el cual se tratará a continuación.

Este diseño hace que el cable acompañe a la cabina en todos sus viajes, haciendo rotar a las poleas según el movimiento que le imprime la velocidad nominal de la cabina. Es importante comprender que este cable no interviene en la sustentación de la cabina y el contrapeso.

En la figura 2.12 se tiene la representación isométrica de un limitador de velocidad, con sus respectivos planos, diseñado para las guías de tipo Star (velocidad máxima de actuación de 2.3 m/s), extraído de un catálogo del fabricante Dynatech [18].

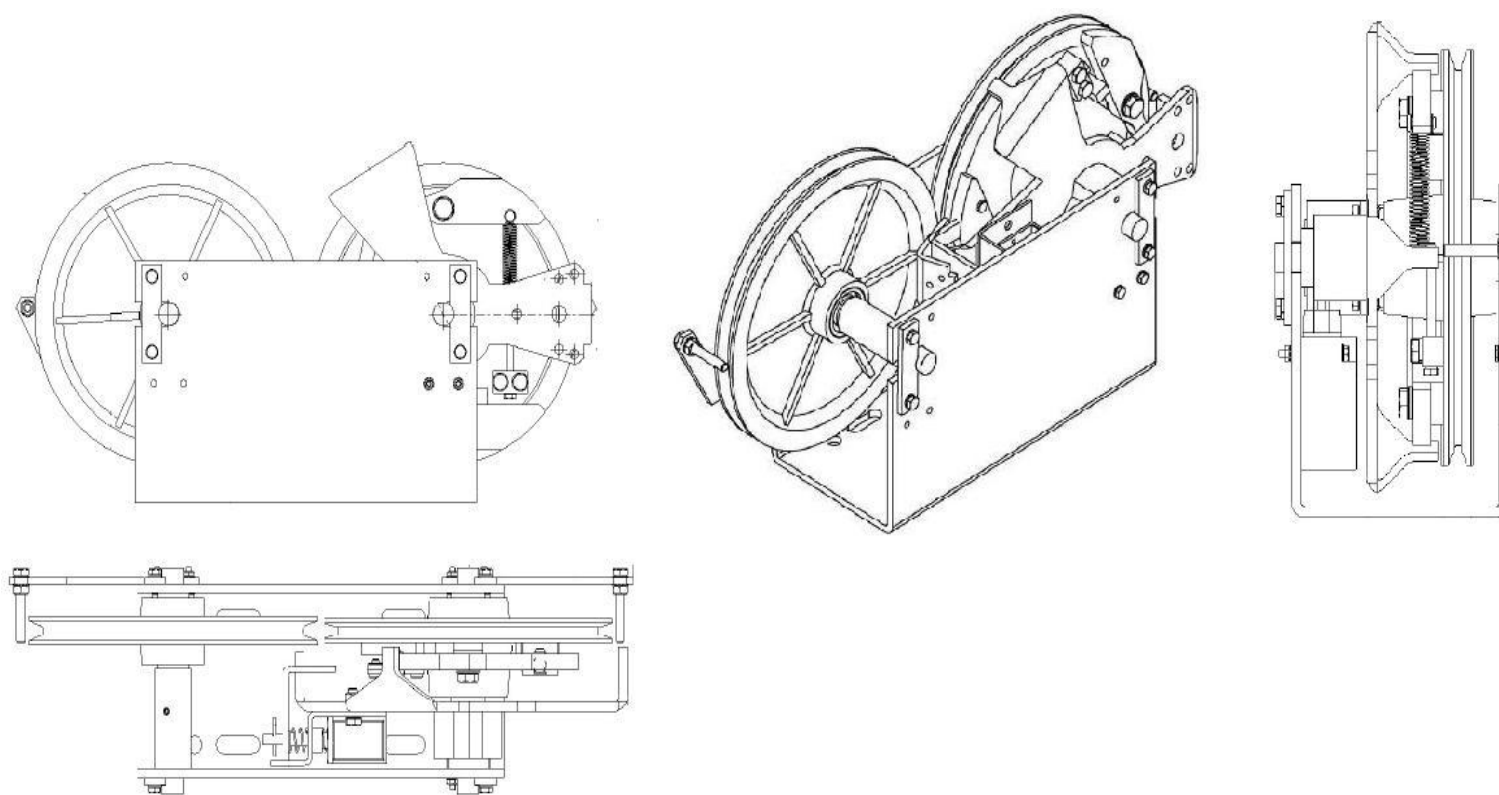


Figura 2.12: Limitador de velocidad

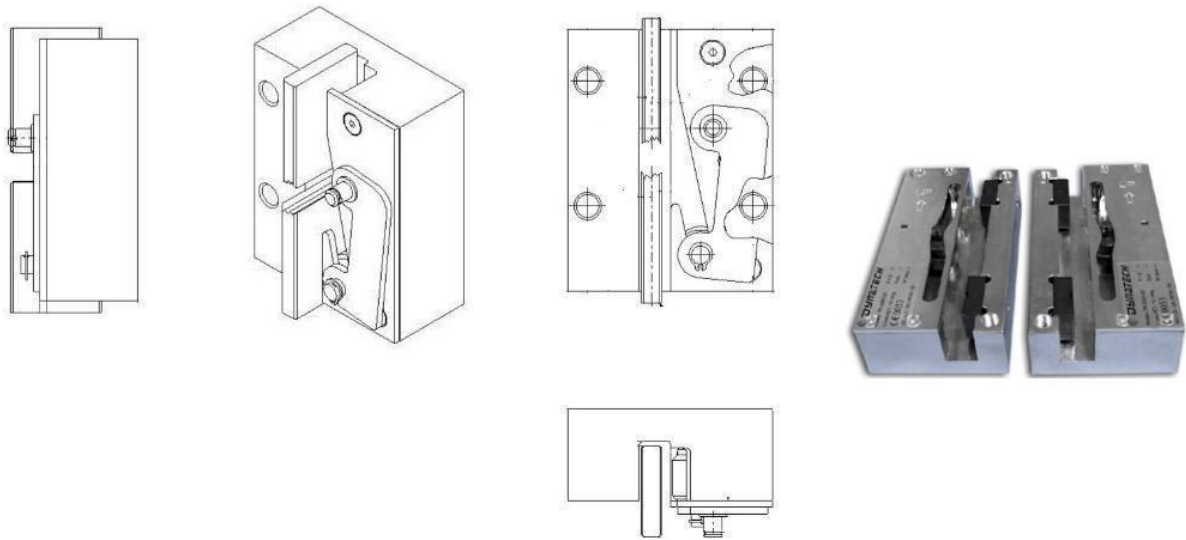
2.3.6 Paracaídas

Como se ha indicado en el apartado anterior, el paracaídas es el elemento de seguridad que actúa determinado por la velocidad a la que salta el limitador de velocidad. Actúa poniendo en marcha un mecanismo que cierra unas zapatas sobre las guías y detiene la cabina [3].

Los paracaídas de cabina pueden ser de varios tipos, en función de la velocidad nominal a la que esté capacitado el ascensor a funcionar:

- Paracaídas de acción instantánea, los cuales se utilizan en ascensores de baja velocidad nominal. El frenado se efectúa por acunamiento de unas zapatas sobre las guías. Esto se traduce en un frenazo de la cabina instantáneo, con el consiguiente impacto sobre los ocupantes. Es por ello que solo se emplea en ascensores con una velocidad nominal baja (no más de 0.63 m/s).
- Paracaídas de acción instantánea con efecto amortiguado, o acumulación de energía. Su funcionamiento es muy parecido al primero, sin embargo, la frenada se consigue de una manera un tanto menos brusca. Este segundo tipo de seguridad está indicado para ascensores cuya velocidad nominal no excede de 1 m/s.
- Paracaídas de acción progresiva, cuyo propio nombre deja ver que la fuerza ejercida sobre las zapatas es de una magnitud controlada. La cabina se detiene progresivamente hasta el momento en el que la fuerza de frenado iguala a la energía cinética que poseía la cabina en movimiento. Por este motivo la distancia de frenado desde que empieza a frenar hasta que la cabina se detiene es mayor que en el caso del paracaídas de acción instantáneo, sin embargo, los esfuerzos soportados por los viajeros son menores.

En la figura 2.13 pueden observarse diferentes tipos de paracaídas pertenecientes, al igual que en el caso del limitador de velocidad, al fabricante Dynatech [18].

*a) Plano de paracaídas instantáneo**b) Paracaídas progresivo**Figura 2.13: Ejemplo de diferentes tipos de paracaídas*

2.3.7 Amortiguadores

Los amortiguadores son los elementos de seguridad que van acoplados en la parte inferior del hueco del ascensor, el foso y poseen la función de disipar la energía cinética de la cabina, de manera que, en caso de que el ascensor no haya frenado a tiempo, consigan aumentar la seguridad de los pasajeros [4].

En función de la velocidad nominal de la cabina, existen diferentes tipos de amortiguadores recomendados para cada caso:

- a) Amortiguadores de acumulación de energía o elásticos: sólo pueden emplearse para ascensores de velocidad nominal no superior a 1 m/s (figura 2.14.a).
- b) Amortiguadores de acumulación de energía con amortiguación del movimiento de retorno o de resorte: para ascensores de velocidad nominal no superior a 1.6 m/s (figura 2.14.b).
- c) Amortiguadores a disipación de energía o hidráulicos: pueden ser empleados en ascensores de cualquier velocidad (figura 2.14.c).

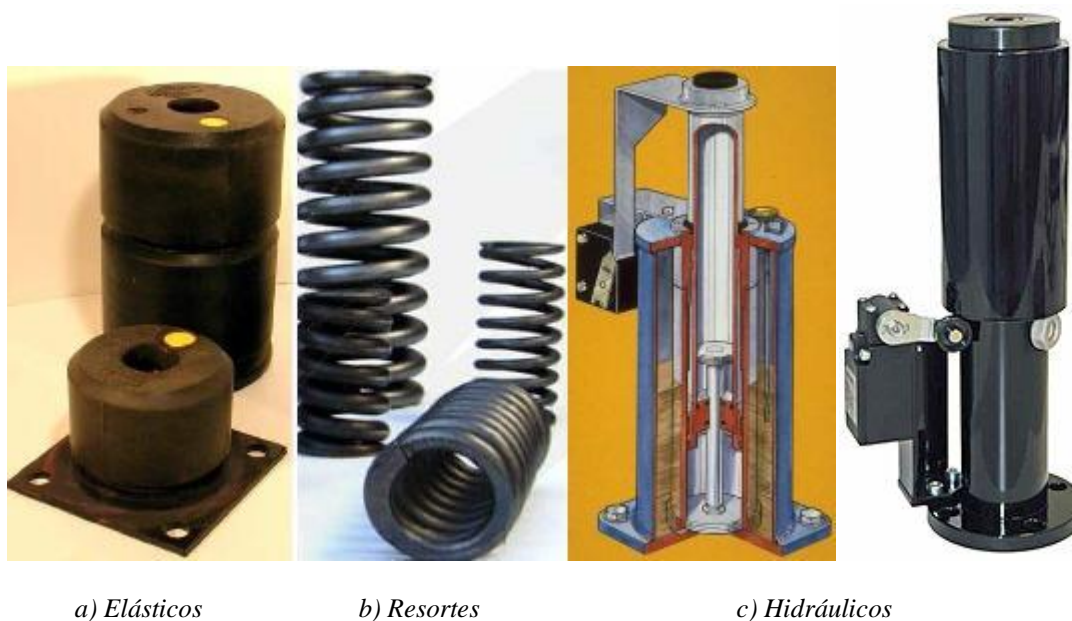


Figura 2.14: Amortiguador de elástico, de resorte e hidráulico

2.3.8 Guías

Asimilando el mecanismo de un ascensor como un tren que se desplaza verticalmente sobre unas guías de sección constante, las guías son perfiles rígidos con una sección determinada que poseen la misión de guiar a la cabina y al contrapeso (en el caso de los ascensores eléctricos) durante todo el recorrido.

Comenzaron a fabricarse en madera, pero debido a las prestaciones que presentan en la actualidad los ascensores, se fabrican en acero, pudiendo variar su calidad en función de las necesidades de cada instalación.

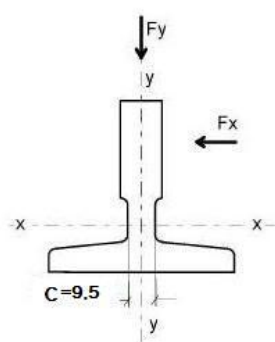
Una perfecta calidad en su fabricación es determinante para asegurar el buen funcionamiento del ascensor. De esta manera, la ortogonalidad entre el alma y los ángulos, la rectilinealidad de la guía para reducir de esta manera los esfuerzos sufridos y la rugosidad de la misma son factores críticos y de vital importancia a la hora de su elección.

Son fabricadas normalmente en tramos que varían de 2.5 a 5 metros para permitir, de esta manera, una correcta manipulación de las mismas durante la instalación. Dentro del hueco, estas se unen mediante encajes y placas de unión que permiten su alineación y resistencia a las solicitaciones del ascensor.

El número de las mismas y su disposición se determina en función del tipo de ascensor, así como de las dimensiones del mismo. De esta manera, existen dos aspectos principales a través de los cuales se clasifican las guías:

1. Tipos de guías en función de su sección:

- Guía con perfil en T. Son los perfiles mas empleados para el guiado de los elementos del ascensor. Ofrecen muy buena resistencia mecánica gracias a su considerable sección. Sin embargo, son las menos económicas de cara a su fabricación (figura 2.15).
- Guía con perfil en V. Ofrecen muy buena resistencia mecánica al igual que el anterior tipo, pero debido a la inclinación de sus caras, no son la mejor elección para la actuación del paracaídas del chasis. Son muy poco empleadas en la actualidad.
- Guía con perfil circular. Debido a su facilidad de fabricación y por tanto su bajo coste, era utilizados con frecuencia tiempo atrás. Sin embargo debido a su menor superficie de contacto durante la actuación del paracaídas, también han caído en el desuso.



Características Mecánicas / Mechanical Characteristics			
	Carga de rotura Breaking point N/mm^2	Límite elástico Yield point N/mm^2 min.	Alargamiento Elongation % min.
Hongo $\leq 16mm$ Blade $\leq 16mm$	410 - 520	275	22

Figura 2.15: Ejemplo de guía con perfil en T junto a sus características mecánicas

2. Tipos de guías en función de su acabado superficial. Este factor influye directamente en el desgaste que sufren los guidores por los que se desliza la cabina y, como se puede intuir, en el comportamiento del paracaídas del chasis cuando su actuación es oportuna.

Los diferentes tipos de guías son:

- Calibradas. El acabado superficial es producido mediante estirado del material. Su uso está permitido para velocidades comprendidas entre 0 y 1 m/s.
- Cepilladas. En estas guías, el acabado superficial se consigue por un proceso de mecanizado por arranque de viruta. Son recomendables para ascensores de altas prestaciones (entre 0 y 1.6 m/s).

En la figura 2.16 se pueden ver los tipos de guías explicados en este apartado.



Figura 2.16: Diferentes perfiles de acero empleados como guías de ascensores

Este proyecto estudia fundamentalmente el cálculo de las mismas para cualquier tipo de ascensor, a partir de las indicaciones establecidas en la norma española UNE-EN 81.

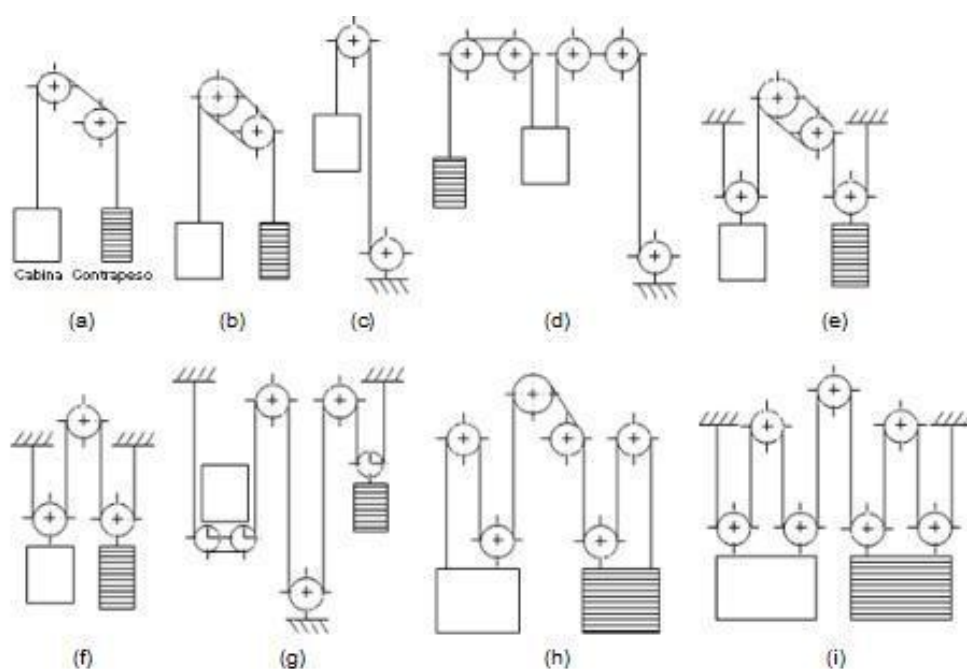
Se calcularán y determinarán los esfuerzos y desplazamientos sobre las guías, basando los cálculos en las normativas oportunas, [7] y [8] y, proyectándolo de una manera simplificada y amigable a través del Software MATLAB, en concreto de su herramienta GUI.

Sin embargo, todo esto se describirá con más detalle en el capítulo siguiente en el que se explicarán todos los cálculos, suposiciones, restricciones y posterior traducción al código programado. Se adelanta que la referencia tomada para el cálculo de los mismos han sido los perfiles T fabricados por la empresa SAVEDRA.

2.3.9 Cables

Los cables son los elementos que sujetan la cabina del ascensor y transfieren la potencia proveniente del grupo tractor mediante los diferentes sistemas de suspensión.

En la figura 2.17 se muestran los diferentes sistemas de suspensión que serán considerados en la programación del software DELIFT 1.0, extraídos del fabricante Mitsubishi Elevators [13].



Sistemas de suspensión:

Fig.	Suspensión	Arrollamiento	Uso principal
a	1:1	Polea de simple arrollamiento	Ascensores de velocidad media y baja
b	1:1	Polea de doble arrollamiento	Ascensores de alta velocidad
c	1:1	Tambor	Ascensores de uso doméstico
d	1:1	Tambor	Ascensores pequeños de baja velocidad
e	2:1	Polea de doble arrollamiento	Ascensores de alta velocidad
f	2:1	Polea de simple arrollamiento	Ascensores de carga
g	2:1	Polea de simple arrollamiento	Ascensores sin sala de máquinas
h	3:1	Polea de simple arrollamiento	Ascensores de carga de gran tamaño
i	4:1	Polea de simple arrollamiento	Ascensores de carga de gran tamaño

Figura 2.17: Sistemas de suspensión

El software DELIFT 1.0 ha sido programado para calcular el número de cables que serán necesarios para la construcción de los ascensores y su coeficiente de seguridad pertinente. Dichos cálculos serán desarrollados en el apartado 3.3 del presente proyecto.

Las cabinas, contrapesos o masas de equilibrado deben suspenderse mediante cables o cadenas de acero de eslabones paralelos, (tipo Galle) o de rodillos.

Según la Norma UNE-EN 81, los cables deben satisfacer los requisitos siguientes:

- a) El diámetro nominal de los cables debe ser de 8 mm como mínimo.
- b) La resistencia a la tracción de sus alambres debe ser:
 - 1) 1570 N/mm^2 o 1770 N/mm^2 para cables de una sola resistencia.
 - 2) 1370 N/mm^2 para los alambres exteriores y 1770 N/mm^2 para los alambres interiores, en los cables de dos resistencias o duales.
- c) Las otras características (composición, alargamiento, ovalidad, flexibilidad, ensayos...) deben, al menos, corresponder a las que se especifiquen en las normas europeas que les conciernan.

El número mínimo de cables o cadenas debe ser de dos. Asimismo, éstos deben de ser independientes. En el caso de suspensión en diferencial, el número a tomar en consideración es el de cables o cadenas y no el de sus ramales o tramos.

La relación entre el diámetro primitivo de las poleas de tracción, poleas o tambores y el diámetro nominal de los cables de suspensión debe de ser al menos de 40, cualquiera que sea el número de torones.

El coeficiente de seguridad de los cables de suspensión se calculará de acuerdo a las siguientes especificaciones:

- a) 12 en el caso de tracción por adherencia con tres cables o más.
- b) 16 en el caso de tracción por adherencia con dos cables.
- c) 12 en el caso de tracción por tambor.

El coeficiente de seguridad es la relación entre la carga de rotura mínima (en N), de un cable y la fuerza máxima (en N) en este, cuando la cabina se encuentra en el nivel de parada más bajo, con su carga nominal [7].

Asimismo, La unión entre el cable y el amarre del mismo, debe ser capaz de resistir al menos el 80% de la carga de rotura mínima del cable. Los extremos de los cables deben fijarse a la cabina, al contrapeso o a la masa de equilibrado o a los puntos finales de amarre de los cables de suspensión por medio de resina o metal fundido, amarres de cuña o apriete automático, guardacabos en forma de corazón con al menos tres brazaderas o grapas apropiadas para cables, manquidos unidos a mano, manguitos fuertemente prensados o cualquier otro sistema que ofrezca una seguridad equivalente.

El sistema actual adoptado emplea cables de acero trefilados y enrollados, los denominados “de resistencia dual” (figura 2.18), esto hace que el desgaste sea mayor y de esa manera el ciclo de vida es menor. Por otra parte, otro inconveniente de este tipo de cables es el mantenimiento, ya que precisa un engrase constante y eso supone un mayor empleo de lubricantes que con los cables simples.

En la realización del presente proyecto se ha optado por recurrir a un catálogo de este tipo de cables, perteneciente a la empresa Brugg Lifting [19].

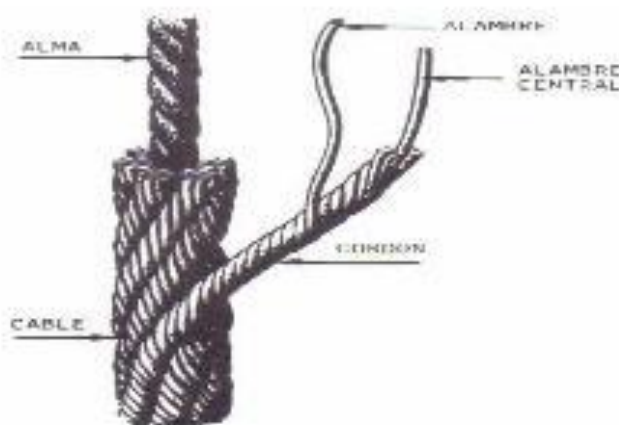


Figura 2.18: Cable de acero trefilado

Capítulo 3

Diseño de un ascensor

3.1 Determinación del número de ascensores necesarios

Para la determinación del número de ascensores en un edificio se ha empleado la Normativa Técnica de Edificación [8], concretamente el apartado de Instalación Técnica de Ascensores, vigente desde el año 1973.

3.1.1 Normativa Técnica de Edificación. Instalación Técnica de Ascensores. (NTE-ITA)

El ámbito de aplicación de la Normativa Técnica de Edificación (figura 3.1) es el de la instalación de ascensores de subida y bajada en edificios de uso residencial, oficinas, hoteles y hospitales. Dentro de estos dos últimos grupos distingue entre dos casos, en función de si la población usuaria de los mismos se encuentra uniformemente repartida, o no. En el caso de edificios de oficinas, distingue entre los que existe una sola entidad de negocio o varias.

Para ello, establece una diferenciación entre los criterios que tabulan el número necesario de estos a emplear, así como sus características técnicas, agrupándolos en diferentes modelos con destinos muy diferenciados.

Son reseñables los límites estructurales que establece la misma, puesto que en cualquier edificio, sea cual sea su destino funcional, la normativa dicta que no será necesario ningún tipo de elevador vertical cuando este posea menos de cuatro plantas. Por otro lado, indica su límite superior en el cálculo de los mismos a un número de veinte plantas, de manera que para el cálculo de ascensores por encima de este rango, el software motivo de este proyecto no será válido.

La Normativa Técnica de Edificación se incluye en el ANEXO A del presente proyecto.



Figura 3.1: Logotipo NTE-ITA

3.1.1.1 Edificios de viviendas unifamiliares

Para el cálculo del número necesario de ascensores en el segmento de edificios de viviendas unifamiliares, la normativa aplica como primer dato de entrada en las tablas “el número de plantas construidas”. El segundo dato necesario, para este tipo de edificios, se trata del área media construida en cada planta, en m².

3.1.1.2 Edificios de apartamentos turísticos, residencias y asilos

Este segundo tipo de edificios, edificios de apartamentos turísticos, residencias y asilos, al igual que el anterior, basa su cálculo en el número de plantas totales. Mientras que el dato diferente, en este caso, se trata del número medio de camas por cada planta del edificio.

3.1.1.3 Hoteles

El segmento de hoteles, se subdivide en dos grupos:

- Hoteles con tráfico concentrado de personas, el cual se entiende como aquellos hoteles en los que pueden existir actividades comunes de los clientes que provoquen puntas de tráfico, como puede ser el caso de los hoteles de playa o congresos.
- Hoteles con tráfico repartido. En este caso, se entiende el uso de los ascensores como normal, no existen horas punta muy definidas.

En ambos casos, el segundo dato de entrada en las tablas de la Normativa es el número medio de habitaciones por planta.

Sin embargo, por motivos de practicidad, en el software DELIFT 1.0 unicamente se ha implementado el segundo tipo de hoteles, por considerarlos más comunes en el día a día.

Es interesante indicar que, en este tipo de edificios, la Normativa Técnica de la Edificación tambien establece el número de ascensores de servicio que van a ser necesarios en su construcción. De manera que se ha implementado tambien esta opción en el desarrollo del software.

3.1.1.4 Edificios de oficinas

En este tipo de edificios, el primer criterio de aplicación de la Normativa Técnica de Edificación es el del número de plantas, recordando que el número mínimo de estas son cuatro y el máximo establecido, veinte.

El segundo dato de entrada es, al igual que en las viviendas unifamiliares, la superficie media construida, en m^2 , en cada planta.

Aquí, la Normativa Técnica de Edificación [8], diferencia tambien entre dos tipos de edificios de oficinas:

- Edificios de oficinas con una sola entidad ocupante.
- Edificios de oficinas con varias entidades ocupantes.

Al igual que ocurría con el caso anterior, se ha establecido el criterio de tan solo tabular el primer tipo de selección, aquel que atañe a edificios con única entidad existente en el mismo.

3.1.1.5 Hospitales

Al igual que en los demás edificios, en los hospitales, el criterio de partida es tambien el número de plantas totales del mismo, siendo distinto el segundo criterio. En este caso, se trata del número de camas totales que va a poseer dicho hospital.

En los hospitales, al igual que ocurría con los hoteles, la Normativa Técnica de Edificación también indica el número de ascensores montacamillas que van a ser necesarios para el correcto funcionamiento de su cometido. En este caso, como también se había hecho con los hoteles, se ha implementado al programa esta función.

Conociendo todos los tipos posibles de edificios con los que se van a trabajar, sus limitaciones estructurales y los diferentes datos de entrada para cada uno, es necesario determinar el número de ascensores que realmente se necesitan para proporcionar una adecuada calidad del servicio, así como también las características técnicas que va a poseer.

Esta Normativa diferencia a los distintos tipos de ascensores en distintos segmentos, en función de características técnicas como son su velocidad y capacidad nominal, entre otros datos de valioso interés para el posterior cálculo de los demás elementos que constituyen el ascensor.

3.2 Cálculo de guías

En este apartado, se partirá del criterio establecido por el cual la resistencia de las guías, sus uniones y fijaciones deben ser dimensionadas con el suficiente margen para soportar las cargas y fuerzas a las que se someterán, con motivo de asegurar un correcto y seguro funcionamiento del ascensor. Todo el cálculo desarrollado está basado en la Normativa española UNE-EN 81 [7].

Los aspectos a considerar, de cara a un funcionamiento seguro del ascensor, en el ámbito del diseño de las guías, son:

- a) Debe asegurarse el guiado de la cabina, del contrapeso y de la masa de equilibrado.
- b) Las deformaciones deben limitarse hasta el punto de:
 - 1) No debe ocurrir un desbloqueo involuntario de las puertas.
 - 2) No debe afectar al funcionamiento de los dispositivos de seguridad.
 - 3) No debe ser posible que unas partes móviles puedan colisionar con otras.

3.2.1 Configuraciones estructurales posibles de las guías

Existen diferentes configuraciones estructurales con respecto a la situación de las guías del ascensor en el plano, así como también de los diferentes centros de gravedad de la cabina.

Estos centros son:

- El centro de la cabina.
- El centro de gravedad de la carga nominal de la cabina.
- El centro de suspensión.
- El punto de posicionamiento de las puertas del ascensor.

Como reseña se enumerarán previamente todas las siglas de los parámetros dimensionales y variables que aparecerán en los correspondientes cálculos de esfuerzos:

D_x	profundidad de la cabina según el eje X.
D_y	anchura de la cabina según el eje Y.
x_C, y_C	posicion del centro de la cabina (C) en relacion con las coordenadas cruzadas de las guías.
x_S, y_S	posición del centro de suspensión (S) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías.
x_P, y_P	posición de la masa de la cabina (P) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías.
x_{CP}, y_{CP}	posicion del centro de gravedad de la masa de la cabina (P) en relacion con el centro de la cabina (C).
S	punto de suspensión de la cabina.
C	centro de la cabina.
Q	carga nominal-centro de gravedad de la cabina.
→	dirección de la carga.
1,2,3,4	centro de la puerta de cabina N° 1, 2, 3 ó 4.
x_i, y_i	posicion de la puerta de la cabina $i= 1, 2, 3$ ó 4.
x_Q, y_Q	distancia de la carga nominal (Q) en relacion con las coordenadas cruzadas de las guías.
x_{CQ}, y_{CQ}	distancia entre la carga nominal (Q) y el centro de la cabina (C), en relacion con las coordenadas cruzadas de las guías.

F_x	fuerza (en N) aplicada a las guías por las guiaderas respecto del eje X.
F_y	fuerza (en N) aplicada a las guías por las guiaderas respecto del eje Y.
g_n	aceleración normal de la gravedad (m/s^2).
Q	carga nominal-centro de gravedad de la cabina.
P	flexión provocada por la masa de la cabina-centro de gravedad de la masa.
x_Q, y_Q	distancia de la carga nominal (Q) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías.
x_P, y_P	posición de la masa de la cabina (P) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías.
n	número de guías.
h	distancia entre guiadoras de cabina (en mm).
l	máxima distancia entre fijaciones de guía (en mm).
W_x	módulo de la superficie de la sección transversal, respecto del eje X (en mm^3).
W_y	módulo de la superficie de la sección transversal, respecto del eje Y (en mm^3).
M_x	momento de flexión respecto del eje X (en Nmm)
M_y	momento de flexión respecto del eje Y (en Nmm)
σ_x	esfuerzo de flexión respecto del eje X (en N/mm^2).
σ_y	esfuerzo de flexión respecto del eje Y (en N/mm^2).
k_i	factor de impacto según la tabla 3.1
F_k	fuerza de pandeo (en N), sobre una guía de contrapeso o masa de equilibrado.
σ_k	esfuerzo de pandeo (en N/mm^2).
k_3	factor de impacto (ver tabla 3.1).
M	fuerza (en N) en la guía debida a equipos auxiliares.

A área de la sección transversal de la guía (en mm^2).

ω valor omega.

El factor de impacto, k_i , varia en función del paracaídas empleado y este a su vez, depende de la velocidad nominal del ascensor.

Los valores de los diversos factores de impacto se presentan en la tabla 3.1.

Tabla 3.1: Factores de impacto

Impacto por	Factor de impacto	Valor
Actuación de paracaídas instantáneo o dispositivo de bloqueo, excepto de tipo de rodillo	k_1	5
Actuación de paracaídas instantáneo de tipo de rodillo, o dispositivo de bloqueo de tipo de rodillo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de acumulación de energía, o amortiguador de acumulación de energía.		3
Actuación de paracaídas progresivo, o dispositivo de bloqueo progresivo, o dispositivo de retén con amortiguador de tipo de disipación de energía, o amortiguador de tipo de disipación de energía		2
Válvula paracaídas		2
Funcionando	k_2	1,2
Partes auxiliares	k_3	(...) ¹⁾
1) El valor tiene que determinarse por el fabricante, puesto que depende de cada instalación real.		

Las diferentes configuraciones posibles con sus respectivas variaciones dimensionales son las siguientes:

- Configuración general

La configuración general es la más extendida en el mercado de los ascensores eléctricos y por ende la programación del software DELIFT 1.0 se ha realizado completamente basándose en ella. Se tratarán con más detenimiento las ecuaciones aplicadas en este caso en los apartados siguientes (figura 3.2).

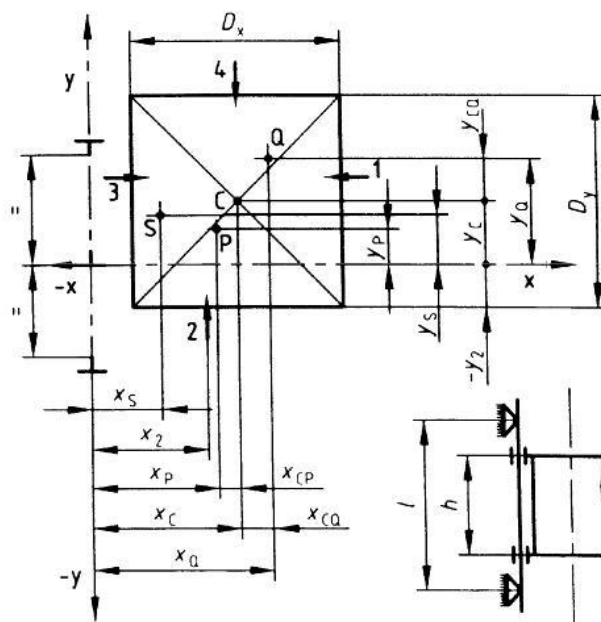


Figura 3.2: Configuración general

- Configuración de cabina guiada y suspendida de su centro (figura 3.3)

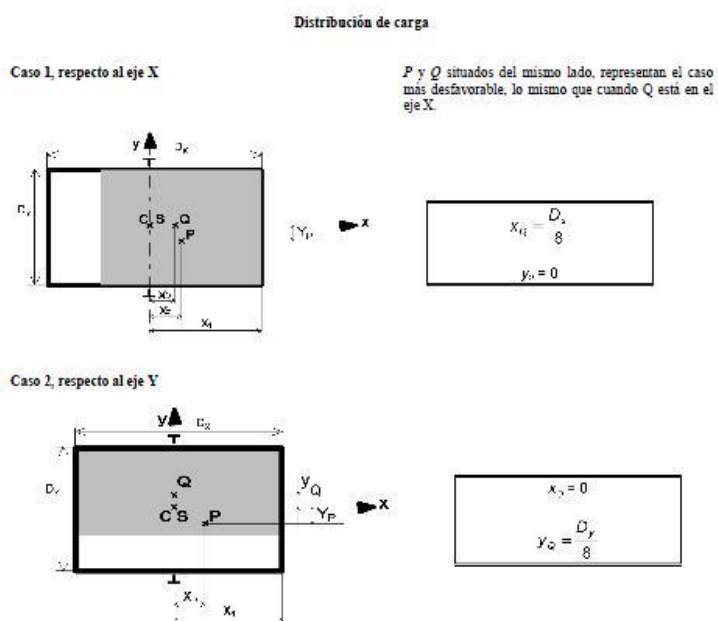


Figura 3.3: Cabina guiada y suspendida de su centro

CAPÍTULO 3: DISEÑO DE UN ASCENSOR

- Configuración de cabina con guías y órganos de suspensión descentrados (figura 3.4)

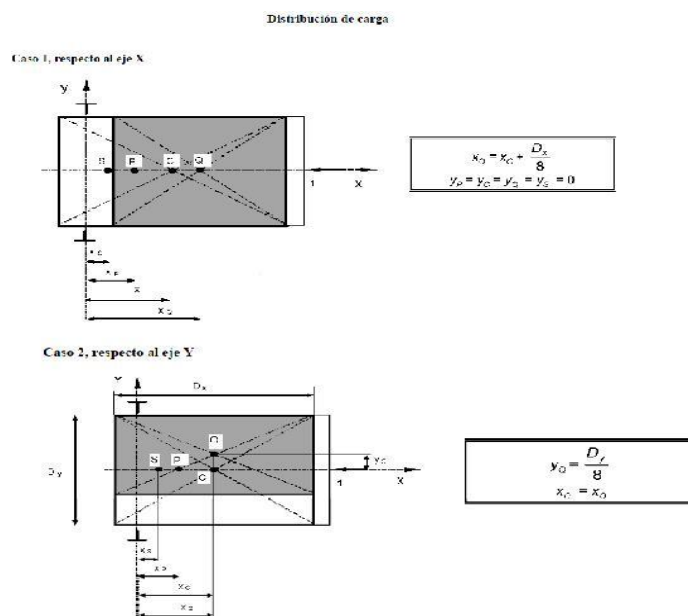


Figura 3.4: Cabina con guías y órganos de suspensión descentrados

- Configuración de guiado y suspensión en voladizo (figura 3.5)

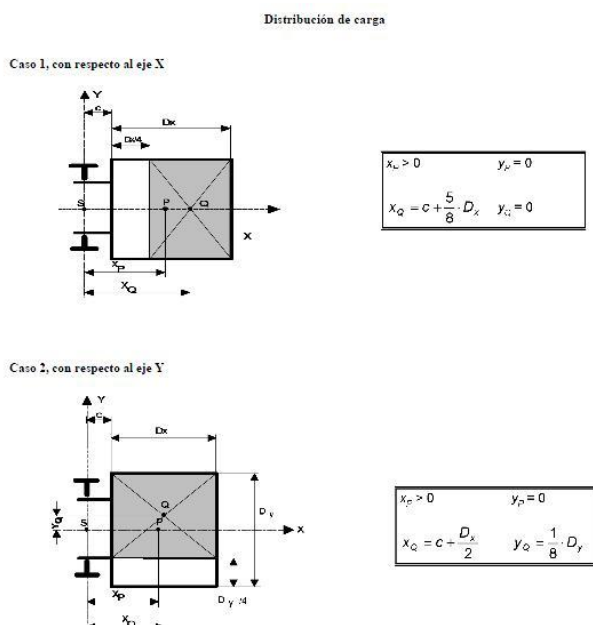


Figura 3.5: Guiado y suspensión en voladizo

- Configuración general – ascensor panorámico (figura 3.6)

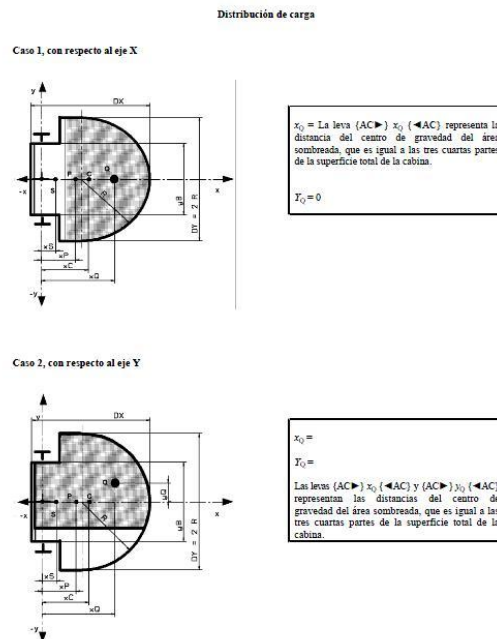


Figura 3.6: Ascensor panorámico. Configuración general

Después de tener claro el tipo de configuración estructural elegida, se procede al estudio de los esfuerzos en las guías, estableciendo tres casos diferenciados de operación:

- Durante el funcionamiento del paracaídas. Se trata del caso más crítico de los existentes, debido a que es el momento en el que los perfiles de las guías suben la acción del paracaídas oportuno, dependiendo de la velocidad nominal del ascensor.
- Durante el funcionamiento normal del ascensor. Es decir, mientras que el ascensor se encuentra subiendo o bajando de una velocidad normal, sin fallos.
- Durante la carga. Momento en el que el ascensor se encuentra parado en una planta y las personas suben y bajan del mismo.

3.2.2 Estudio del caso general

Como se reseñaba en el apartado anterior, la configuración elegida para la creación de DELIFT 1.0 corresponde al “caso general”, principalmente por ser la más empleada y detallada a la hora de identificar sus dimensiones y cargas aplicadas.

A medida que se vaya describiendo los tres casos de operación, se procederá a detallar los diferentes tipos de esfuerzos analizados junto con una descripción de las variables aplicadas en cada caso.

3.2.2.1 Caso 1: Funcionamiento de un componente de seguridad

a) Cálculo de los esfuerzos de flexión.

En ingeniería, se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal (un elemento es alargado cuando una de sus dimensiones destaca sobre las demás, tal y como ocurre en las vigas de las guías). El esfuerzo que provoca la flexión se denomina momento flector. Este esfuerzo depende de:

- la suspensión de la cabina, el contrapeso o la masa de equilibrado.
- la posición de las guías de la cabina, contrapeso o masa de equilibrado.
- la carga y su distribución en la cabina.

En el cálculo de los esfuerzos de flexión en los distintos ejes de las guías, se puede asumir que:

- las guías son una viga continua con puntos flexibles de fijación a una distancia l .
- la resultante de los esfuerzos que causan esfuerzos de flexión actúan en el punto medio de dos fijaciones adyacentes.
- el momento de flexión actúa en el eje neutro del perfil de la guía.

En las figuras 3.7 y 3.8 se puede observar que en función del eje de referencia adoptado para el cálculo, las distancias tomadas en la cabina de los diferentes centros de gravedad cambian, variando así los resultados de las ecuaciones de los diferentes esfuerzos.

Se calcula, en primer lugar, la fuerza en Newtons producida por la carga nominal y el peso de la cabina en ambos ejes. De estas fuerzas derivan dos momentos de flexión, que son calculados multiplicando las fuerzas por la distancia entre las fijaciones de las guías (ecuación 3.2 y 3.5).

En último lugar, el coeficiente de los momentos de flexión por el módulo de la superficie de la sección transversal, en mm^3 , da como resultado los esfuerzos por flexión objetivos del estudio.

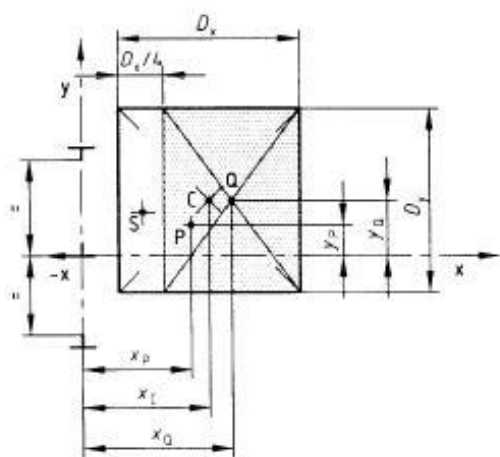
Se tienen entonces esfuerzos de flexión sobre la guía en ambos ejes de coordenadas:

- Esfuerzo de flexión con respecto al eje Y:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (\text{Ecuación 3.3})$$



$$\begin{aligned} x_Q &= x_c + \frac{D_x}{8} \\ y_Q &= y_c \end{aligned}$$

Figura 3.7: Distribución de carga respecto al eje X

- Esfuerzo de flexión con respecto al eje X:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad (\text{Ecuación 3.5})$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

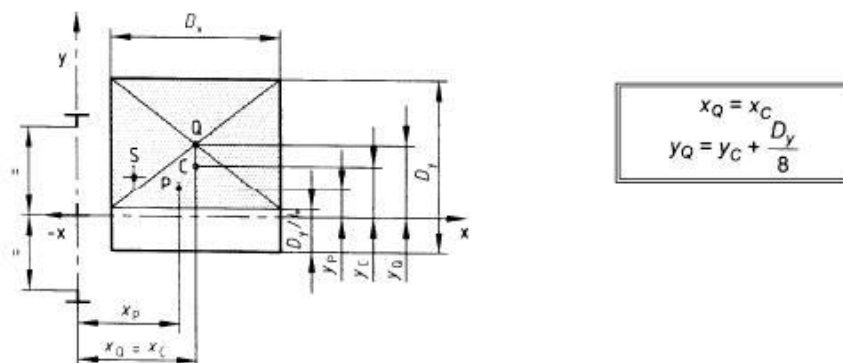


Figura 3.8: Distribución de carga respecto al eje Y

b) Cálculo del esfuerzo de pandeo.

El pandeo es un fenómeno de inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos esbeltos, y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión, los esfuerzos axiales.

Para determinar los esfuerzos de pandeo se debe recurrir al método “omega”, en el que en primer lugar, se debe obtener el valor del coeficiente de esbeltez:

$$\lambda = \frac{l_k}{i} \quad , \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

donde l_k es la longitud de pandeo, la cual se iguala con la distancia mínima entre las fijaciones de la guía, e i es el radio de giro mínimo del perfil de la guía.

Una vez determinado el coeficiente de esbeltez, para el cálculo de “omega” se presentan dos opciones:

- Utilizar las tablas 3.2 y 3.3, tabuladas para aceros de 370 N/mm² y 520 N/mm².
- Aplicar las siguientes expresiones extraídas de las mismas para aceros de 370 N/mm² y 520 N/mm²:

Para un acero de resistencia a la tracción $R_m=370 \text{ N/mm}^2$:

20	\leq	λ	\leq	60	$\omega = 0.00012920 \cdot \lambda^{1.89} + 1 ;$
60	\leq	λ	\leq	85	$\omega = 0.00004627 \cdot \lambda^{2.14} + 1 ;$
85	\leq	λ	\leq	115	$\omega = 0.00001711 \cdot \lambda^{2.35} + 1.04 ;$
115	\leq	λ	\leq	250	$\omega = 0.00016887 \cdot \lambda^{2.00} ;$

Para un acero de resistencia a la tracción $R_m=520 \text{ N/mm}^2$:

20	\leq	λ	\leq	50	$\omega = 0.00008240 \cdot \lambda^{2.06} + 1.021 ;$
50	\leq	λ	\leq	70	$\omega = 0.00001895 \cdot \lambda^{2.41} + 1.05 ;$
70	\leq	λ	\leq	89	$\omega = 0.00002447 \cdot \lambda^{2.36} + 1.03 ;$
89	\leq	λ	\leq	250	$\omega = 0.00025330 \cdot \lambda^{2.00} ;$

Para el cálculo de los valores “omega” con resistencia a la tracción R_m del acero, entre 370 N/mm^2 y 520 N/mm^2 , debe realizarse interpolación entre los valores máximos de resistencia a tracción admitidos y el perteneciente al acero empleado en cada caso; obteniéndose así el valor de omega oportuno. La ecuación que se aplica es la siguiente:

$$\omega_R = \frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot R_m - 370 + \omega_{370} \quad (\text{Ecuación 3.10})$$

Una vez obtenido ω , las ecuaciones que determinan el esfuerzo por pandeo son las mostradas a continuación, siendo necesario el cálculo en primer lugar de la fuerza, en N, resultante del pandeo:

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q+P)}{n} \quad (\text{Ecuación 3.8})$$

$$\sigma_k = \frac{F_k + k_3 \cdot M \cdot \omega}{A} \quad (\text{Ecuación 3.9})$$

Tabla 3.2: Valores ω en función de λ para un acero de $R_m=370 \text{ N/mm}^2$

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,04	1,04	1,04	1,05	1,05	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	20
30	1,08	1,09	1,09	1,10	1,10	1,11	1,11	1,12	1,13	1,13	30
40	1,14	1,14	1,15	1,16	1,16	1,17	1,18	1,19	1,19	1,20	40
50	1,21	1,22	1,23	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,29	50
60	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	60
70	1,41	1,42	1,44	1,45	1,46	1,48	1,49	1,50	1,52	1,53	70
80	1,55	1,56	1,58	1,59	1,61	1,62	1,64	1,66	1,68	1,69	80
90	1,71	1,73	1,74	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	90
100	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,05	2,07	2,09	100
110	2,11	2,14	2,16	2,18	2,21	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	110
120	2,43	2,47	2,51	2,55	2,60	2,64	2,68	2,72	2,77	2,81	120
130	2,85	2,90	2,94	2,99	3,03	3,08	3,12	3,17	3,22	3,26	130
140	3,31	3,36	3,41	3,45	3,50	3,55	3,60	3,65	3,70	3,75	140
150	3,80	3,85	3,90	3,95	4,00	4,06	4,11	4,16	4,22	4,27	150
160	4,32	4,38	4,43	4,49	4,54	4,60	4,65	4,71	4,77	4,82	160
170	4,88	4,94	5,00	5,05	5,11	5,17	5,23	5,29	5,35	5,41	170
180	5,47	5,53	5,59	5,66	5,72	5,78	5,84	5,91	5,97	6,03	180
190	6,10	6,16	6,23	6,29	6,36	6,42	6,49	6,55	6,62	6,69	190
200	6,75	6,82	6,89	6,96	7,03	7,10	7,17	7,24	7,31	7,38	200
210	7,45	7,52	7,59	7,66	7,73	7,81	7,88	7,95	8,03	8,10	210
220	8,17	8,25	8,32	8,40	8,47	8,55	8,63	8,70	8,78	8,86	220
230	8,93	9,01	9,09	9,17	9,25	9,33	9,41	9,49	9,57	9,65	230
240	9,73	9,81	9,89	9,97	10,05	10,14	10,22	10,30	10,39	10,47	240
250	10,55										

Tabla 3.3: Valores ω en función de λ para un acero de $R_m=520 \text{ N/mm}^2$

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	λ
20	1,06	1,06	1,07	1,07	1,08	1,08	1,09	1,09	1,10	1,11	20
30	1,11	1,12	1,12	1,13	1,14	1,15	1,15	1,16	1,17	1,18	30
40	1,19	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	40
50	1,28	1,30	1,31	1,32	1,33	1,35	1,36	1,37	1,39	1,40	50
60	1,41	1,43	1,44	1,46	1,48	1,49	1,51	1,53	1,54	1,56	60
70	1,58	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68	1,70	1,72	1,74	1,77	70
80	1,79	1,81	1,83	1,86	1,88	1,91	1,93	1,95	1,98	2,01	80
90	2,05	2,10	2,10	2,19	2,24	2,29	2,33	2,38	2,43	2,48	90
100	2,53	2,58	2,64	2,69	2,74	2,79	2,85	2,90	2,95	3,01	100
110	3,06	3,12	3,18	3,23	3,29	3,35	3,41	3,47	3,53	3,59	110
120	3,65	3,71	3,77	3,83	3,89	3,96	4,02	4,09	4,15	4,22	120
130	4,28	4,35	4,41	4,48	4,55	4,62	4,69	4,75	4,82	4,89	130
140	4,96	5,04	5,11	5,18	5,25	5,33	5,40	5,47	5,55	5,62	140
150	5,70	5,78	5,85	5,93	6,01	6,09	6,16	6,24	6,32	6,40	150
160	6,48	6,57	6,65	6,73	6,81	6,90	6,98	7,06	7,15	7,23	160
170	7,32	7,41	7,49	7,58	7,67	7,76	7,85	7,94	8,03	8,12	170
180	8,21	8,30	8,39	8,48	8,58	8,67	8,76	8,86	8,95	9,05	180
190	9,14	9,24	9,34	9,44	9,53	9,63	9,73	9,83	9,93	10,03	190
200	10,13	10,23	10,34	10,44	10,54	10,65	10,75	10,85	10,96	11,06	200
210	11,17	11,28	11,38	11,49	11,60	11,71	11,82	11,93	12,04	12,15	210
220	12,26	12,37	12,48	12,60	12,71	12,82	12,94	13,05	13,17	13,28	220
230	13,40	13,52	13,63	13,75	13,87	13,99	14,11	14,23	14,35	14,47	230
240	14,59	14,71	14,83	14,96	15,08	15,20	15,33	15,45	15,58	15,71	240
250	15,83										

c) Cálculo de los esfuerzos combinados.

Los esfuerzos de flexión y pandeo combinados deben evaluarse según las siguientes fórmulas.

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.11})$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.12})$$

$$\sigma_C = \sigma_k + 0.9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.13})$$

donde,

σ_m esfuerzo de flexión (en N/mm^2).

σ_x esfuerzo de flexión (en N/mm^2), en el eje X.

σ_y esfuerzo de flexión (en N/mm^2), en el eje Y.

σ_k esfuerzo de pandeo (en N/mm^2).

σ_C esfuerzo combinado (en N/mm^2).

σ_{perm} esfuerzo permisible (en N/mm^2) sobre una guía de contrapeso o masa de equilibrado.

Se indicará más adelante, en el apartado 3.2.3, el cálculo del esfuerzo máximo permisible, el cual será el que determine realmente las condiciones de trabajo de las guías.

d) Cálculo de la torsión de la base de la guía.

La torsión de la guía tiene que tenerse siempre en cuenta. Para guías de perfil en T, se tiene que aplicar la siguiente formula:

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.14})$$

donde,

- σ_F esfuerzo local de torsión (en N/mm^2).
- F_x Fuerza ejercida por la rozadura de la base (en N).
- c anchura de la parte de conexión de la base con la cabeza de la guía (en mm) (figura 3.9).
- σ_{perm} esfuerzo permisible (en N/mm^2).

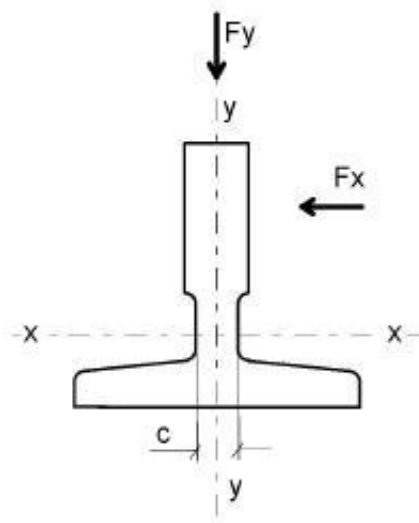


Figura 3.9: Ejes del perfil de guía

e) Cálculo de las flechas.

Las flechas se deben calcular según las siguientes fórmulas:

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.15})$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.16})$$

donde,

- δ_x flecha (en mm) en el eje X.
- δ_y flecha (en mm) en el eje Y.
- F_x fuerza de apoyo ejercida (en N) en el eje X.
- F_y fuerza de apoyo ejercida (en N) en el eje Y.
- l máxima distancia entre fijaciones de guía (en mm).
- E módulo de elasticidad (N/mm^2).
- I_x momento de inercia de la sección de guía (en mm^4) en el eje X.
- I_y momento de inercia de la sección de guía (en mm^4) en el eje Y.
- δ_{perm} máxima flecha admisible (en mm).

Una vez explicadas las ecuaciones para el primer caso de cálculo, durante los dos restantes se mostrarán las ecuaciones utilizadas con sus respectivas variaciones de unos a otros.

3.2.2.2 Caso 2: Utilización normal, funcionamiento

a) Cálculo del esfuerzo de flexión.

- Respecto al eje Y.

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot Q \cdot x_Q - x_s + P \cdot (x_P - x_s)}{n \cdot h} \quad (\text{Ecuación 3.17})$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad (\text{Ecuación 3.18})$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (\text{Ecuación 3.19})$$

- Respecto al eje X.

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot Q \cdot y_Q - y_s + P \cdot (y_P - y_s)}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad (\text{Ecuación 3.20})$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad (\text{Ecuación 3.21})$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (\text{Ecuación 3.22})$$

donde,

k_2 factor de impacto (ver tabla 3.1).

x_s, y_s posición del centro de suspensión (S) en relación con las coordenadas cruzadas de las guías.

b) Cálculo del esfuerzo de pandeo.

No aparecen este tipo de esfuerzos en el funcionamiento normal.

c) Cálculo de los esfuerzos combinados.

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.23})$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.24})$$

d) Cálculo de la torsión de la base.

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.25})$$

e) Cálculo de las flechas.

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.26})$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.27})$$

3.2.2.3 Caso 3: Utilización normal, carga

De nuevo, se muestran los dos casos de cálculo de la flexión. En la figura 3.10 se muestran las referencias oportunas para la ubicación de las puertas del ascensor.

a) Cálculo del esfuerzo de flexión.

- Respecto al eje Y.

$$F_x = \frac{g_n \cdot P \cdot x_P - x_s + F_s \cdot (x_i - x_s)}{n \cdot h} \quad (\text{Ecuación 3.28})$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} \quad (\text{Ecuación 3.29})$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} \quad (\text{Ecuación 3.30})$$

- Respecto al eje X.

$$F_y = \frac{g_n \cdot P \cdot y_P - y_s + F_s \cdot (y_i - y_s)}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad (\text{Ecuación 3.31})$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} \quad (\text{Ecuación 3.32})$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} \quad (\text{Ecuación 3.33})$$

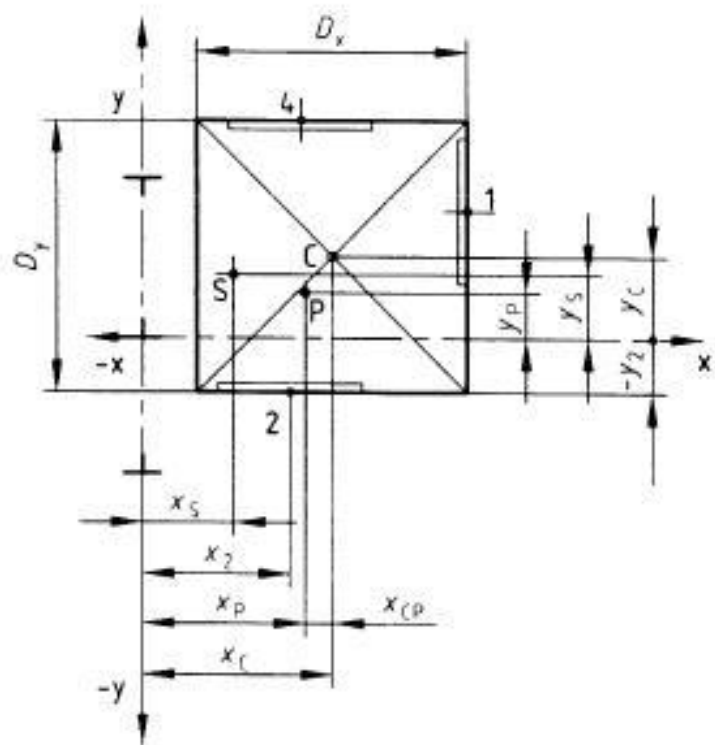


Figura 3.10: Configuración general. Posición de las puertas

donde,

1,2,3,4 centro de la puerta de cabina N° 1, 2, 3 ó 4.

x_i, y_i posición de la puerta de la cabina $i=1, 2, 3$ ó 4.

F_s fuerza aplicada en la pisadera. F_s para ascensores con cargas nominales menores a 2500 kg en viviendas, oficinas, hoteles, hospitales, etc; se calcula mediante la siguiente expresión:

$$F_s = 0.4 \cdot g_n \cdot Q \quad (\text{Ecuación 3.34})$$

b) Cálculo del esfuerzo de pandeo.

No aparecen este tipo de esfuerzos en el funcionamiento normal del proceso de carga.

c) Cálculo de los esfuerzos combinados.

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.35})$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 \cdot M}{A} \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.36})$$

d) Cálculo de la torsión de la base.

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.37})$$

e) Cálculo de las flechas.

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \leq \delta_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.38})$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \leq \delta_{\text{perm}} \quad (\text{Ecuación 3.39})$$

3.2.3 Cálculo de valores admisibles y selección de perfiles

En este apartado, se analiza el cálculo de los valores de tensiones máximas admisibles (σ_{perm}) y las deflexiones máximas permitidas (δ_{perm}), todo ello de cara a una correcta dimensionalización del perfil necesario a utilizar para cada caso.

3.2.3.1 Tensión máxima admisible

El esfuerzo máximo admisible viene determinado por:

$$\sigma_{\text{perm}} = \frac{R_m}{S_t} \quad (\text{Ecuación 3.40})$$

donde,

σ_{perm} esfuerzo admisible (en N/mm^2).

R_m resistencia a tracción (en N/mm^2),

S_t coeficiente de seguridad.

El coeficiente de seguridad se va a tabular en función del tanto por ciento de alargamiento que pueda sufrir la viga seleccionada tal y como se detalla en la tabla 3.4:

Tabla 3.4: Coeficientes de seguridad

Casos de carga	Alargamiento (A_s)	Coeficiente de seguridad
Carga en uso normal	$A_s \geq 12\%$	2,25
	$8\% \leq A_s \leq 12\%$	3,75
Funcionamiento del paracaídas	$A_s \geq 12\%$	1,8
	$8\% \leq A_s \leq 12\%$	3,0

Es reseñable que los materiales con alargamientos menores del 8% se consideran demasiado frágiles y no deben emplearse.

Por otro lado, para las guías conformes a la Norma ISO 7465, como es este caso, pueden utilizarse los valores establecidos en la tabla 3.5 de esfuerzos admisibles.

Tabla 3.5: Esfuerzos admisibles de acuerdo con Normativa ISO 7465

Casos de carga	R_m		
	370	440	520
Carga en uso normal	165	195	230
Funcionamiento del paracaídas	205	244	290

Para cualquier valor intermedio, se opta por realizar una interpolación simple entre los valores límites, obteniendo, de esta manera, el valor requerido.

El tipo de vigas empleadas en el presente proyecto cumple con la Norma ISO 7465 y por lo tanto, para la programación del software DELIFT 1.0, se recurrirá a la tabla 3.5 como base del cálculo.

3.2.3.2 *Deflexión máxima permitida*

Para guías de perfil en T, las deflexiones máximas calculadas y permitidas son las siguientes:

- a) 5 mm en ambas direcciones para las guías de cabina, contrapeso o masa de equilibrado, sobre los que actúan los paracaídas.
- b) 10 mm en ambas direcciones para las guías de cabina, contrapeso o masa de equilibrado sin actuación de paracaídas sobre ellos.

3.2.3.3 *Selección de perfiles*

Como ya se había explicado en el apartado 2.3.8, la sección elegida para los perfiles de las guías que soportarán los ascensores ha sido la del tipo T.

Para ello se ha recurrido a un fabricante específico, SAVERA (figura 3.11), [11].

Estas tablas proporcionadas por el fabricante, muestran todos los datos técnicos y dimensiones de dichas secciones. Han sido de vital importancia los límites de rotura, perfectamente reseñados en ellas, los cuales han sido el principal objeto restrictivo en el establecimiento de los esfuerzos admisibles de cada caso particular.



Figura 3.11: Logotipo Saveria

3.3 Cálculo de cables

La Norma UNE-EN 81 establece que las cargas que soportan cada uno de los cables sobre los que está suspendida la cabina: debe cumplir:

$$s \cdot \text{Carga soportada por el cable (N)} \leq \text{Carga de rotura en el cable (N)} \quad (\text{Ecuación 3.41})$$

donde “s” es el coeficiente de seguridad.

Es importante comentar que se han ignorado los cálculos referidos a la presión específica en los cables a través de la polea, establecido así en la Normativa UNE-EN 81. Por este motivo se considera un coeficiente de seguridad mínimo inicial entre 12 y 16 con el objetivo de englobar la omisión del mismo. El cálculo se realiza, como se había comentado en el apartado 2.3.9 del presente proyecto, en función del número de cables de la siguiente manera:

- a) 16 en el caso de tracción por adherencia con dos cables.
- b) 12 en el caso de tracción por adherencia con tres o más cables.
- c) 12 en el caso de tracción por tambor.

Por otra parte, la carga soportada por el cable se ha calculado en su caso más crítico, cuando la longitud del cable es la mayor posible y la cabina está llena de pasajeros:

$$\text{Carga soportada por el cable} = \frac{Q+P}{n \cdot i} + p \cdot g_n \quad (\text{Ecuación 3.42})$$

donde:

- n Número de cables.
- p peso del cable.
- i coeficiente de transmisión de la suspensión (figura 2.17).

Capítulo 4

MATLAB

4.1 Introducción

MATLAB es la abreviatura de *MATrix LABoratory*, o lo que es lo mismo “laboratorio de matrices”. Es un software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE, *Integrated Development Enviroment*), con un lenguaje de programación propio (lenguaje M) (ver figura 4.1) [11].

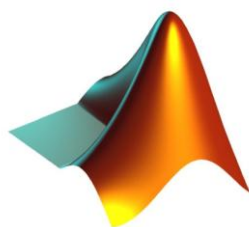


Figura 4.1: Logotipo MATLAB

Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI).

A continuación, se enuncian las características principales de MATLAB:

- Lenguaje de alto nivel para cálculo técnico.
- Entorno de desarrollo para la gestión de código, archivos y datos.
- Herramientas interactivas para exploración, diseño y resolución de problemas iterativos.
- Funciones matemáticas para álgebra lineal, estadística, análisis de Fourier, filtraje, optimización e integración numérica.
- Funciones gráficas bidimensionales y tridimensionales para visualización de datos.
- Herramientas para crear interfaces gráficas de usuario personalizadas.
- Funciones para integrar los algoritmos basados en MATLAB con aplicaciones y lenguajes externos, tales como C/C++, FORTRAN, Java, COM y Microsoft Excel.

MATLAB fue creado por Cleve Moler en 1984, surgiendo la primera versión con la idea de emplear paquetes de subrutinas escritas en Fortran en los cursos de álgebra lineal y análisis numérico, sin necesidad de escribir programas en dicho lenguaje. El lenguaje de programación M fue creado en 1970 para proporcionar un sencillo acceso al software de matrices LINPACK y EISPACK sin tener que usar Fortran.

El paquete MATLAB dispone de dos herramientas adicionales que expanden sus prestaciones, a saber, Simulink (plataforma de simulación multidominio) y GUIDE (editor de interfaces de usuario - GUI). Además, se pueden ampliar las capacidades de MATLAB con las cajas de herramientas (*toolboxes*); y las de Simulink con los paquetes de bloques (*blocksets*) [11].

4.2 Lenguaje de programación

El lenguaje MATLAB incluye operaciones vectoriales y matriciales, que son fundamentales para resolver los problemas científicos y de ingeniería. Por tanto, puede agilizar tanto el desarrollo como la ejecución.

Con el lenguaje de MATLAB, es posible programar y desarrollar algoritmos más rápidamente que con lenguajes tradicionales, debido que se economiza el tiempo al no tener que ser necesario tareas como declarar variables, especificar tipos de datos y asignar memoria. En muchos casos, MATLAB elimina la necesidad de bucles "for".

En consecuencia, una línea de código de MATLAB generalmente reemplaza a varias líneas de código C o C++.

Al mismo tiempo, MATLAB ofrece todas las características de la mayoría de los lenguajes de programación, que incluyen operadores aritméticos, control de flujo, estructuras de datos, tipos de datos, programación orientada a objetos (OOP) y depuración.

Por otra parte, MATLAB incluye herramientas de desarrollo para la implementación de algoritmos de forma eficiente. Las siguientes son algunas de ellas:

- **MATLAB Editor** - Funciones de edición y depuración estándar, como establecimiento de puntos de interrupción y simulaciones paso a paso.
- **M-Lint Code Checker** - Analiza el código y recomienda modificaciones para mejorar el rendimiento y mantenimiento.

- **MATLAB Profiler** - Registra el tiempo que tarda en ejecutarse cada línea de código.
- **Directory Reports** - Explora todos los archivos de un directorio y crea informes sobre la eficiencia del código, las diferencias entre los archivos, las dependencias de los archivos y la cobertura del código.

Además de todas estas herramientas y como se describía en el apartado anterior, MATLAB posee la herramienta interactiva GUIDE (*Graphical User Interface Development Environment*) para diseñar y editar interfaces de usuario. Esta herramienta permite incluir listas de selección, menús desplegables, botones de pulsación, botones de opción y deslizadores, así como diagramas de MATLAB y controles ActiveX. Al igual que puede crear interfaces gráficas de usuario por medio de programación usando las funciones programadas en MATLAB.

Es por todo este amplio rango de ventajas por el que GUIDE ha sido la herramienta elegida para el desarrollo del software sobre el que se basa este proyecto [11].

4.3 MATLAB – GUIDE

GUIDE es un entorno de programación visual integrado en MATLAB para realizar y ejecutar programas que necesiten de un ingreso continuo de datos. Posee las características básicas de programas visuales como Visual Basic o Visual C++.

4.3.1 Descripción

Para iniciar GUIDE, MATLAB nos proporciona dos caminos.:

1. Ejecutando la siguiente ejecución en la ventana de comandos de MATLAB:

```
>> guide
```

2. Haciendo click en el icono correspondiente para tal fin. (ver figura 4.2).

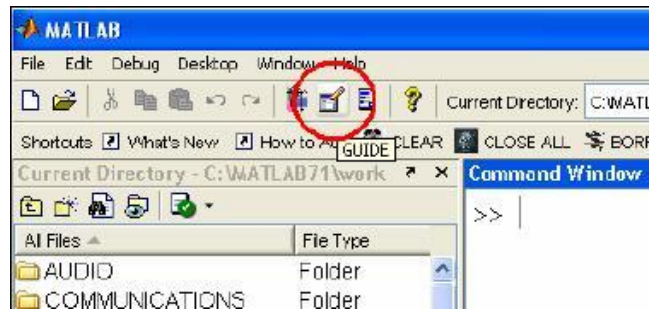


Figura 4.2: Icono de acceso a GUIDE

A través del cual se accede al cuadro de diálogo mostrado en la figura 4.3:

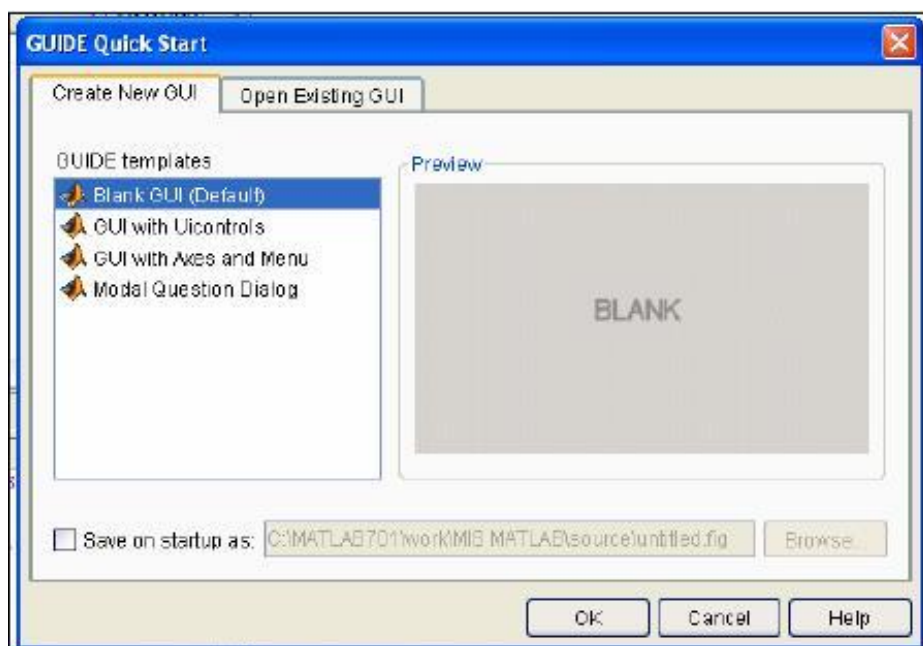


Figura 4.3: Ventana de inicio de MATLAB GUIDE

donde se presentan las siguientes opciones:

a) *Blank GUI (Default)*

La opción de interfaz gráfica de usuario en blanco (viene predeterminada), presenta un formulario nuevo, en el que poder definir el programa.

b) *GUI with Uicontrols*

Esta opción presenta un ejemplo en el que se calcula la masa, dada la densidad y el volumen, en alguno de los dos sistemas de unidades. Es factible ejecutar este ejemplo y obtener los resultados asociados a él.

c) *GUI with Axes and Menu*

Esta opción es otro ejemplo que contiene el menú File con las opciones *Open*, *Print* y *Close*. En el formulario tiene un *Popup menu*, un *push button* y un objeto *Axes*. Se puede ejecutar el programa eligiendo alguna de las seis opciones que se encuentran en el menú desplegable y haciendo click en el botón de comando.

d) *Modal Question Dialog*

Con esta opción se muestra en la pantalla un cuadro de diálogo común, el cual consta de una pequeña imagen, una etiqueta y dos botones *Yes* y *No*, dependiendo del botón que se presione, el GUI retorna el texto seleccionado (la cadena de caracteres 'Yes' o 'No').

4.3.2 Componentes y herramientas de GUIDE

Eligiendo la primera opción, Blank GUI, se accede a la ventana mostrada en la figura 4.4:



Figura 4.4: Ventana de diseño de GUIDE

En la ventana anterior de la interfaz gráfica se cuenta con las herramientas de la figura 4.5:








	Alinear objetos.
	Editor de menú.
	Editor de orden de etiqueta.
	Editor del M-file.
	Propiedades de objetos.
	Navegador de objetos.
	Grabar y ejecutar (ctrl. + T).

Figura 4.5: Herramientas disponibles en GUIDE

Para obtener la etiqueta de cada elemento de la paleta de componentes es necesario ejecutar: *File>>Preferences* y seleccionar *Show names in component palette*.

De estamanera se accede a la presentación de los mismos (figura 4.6):

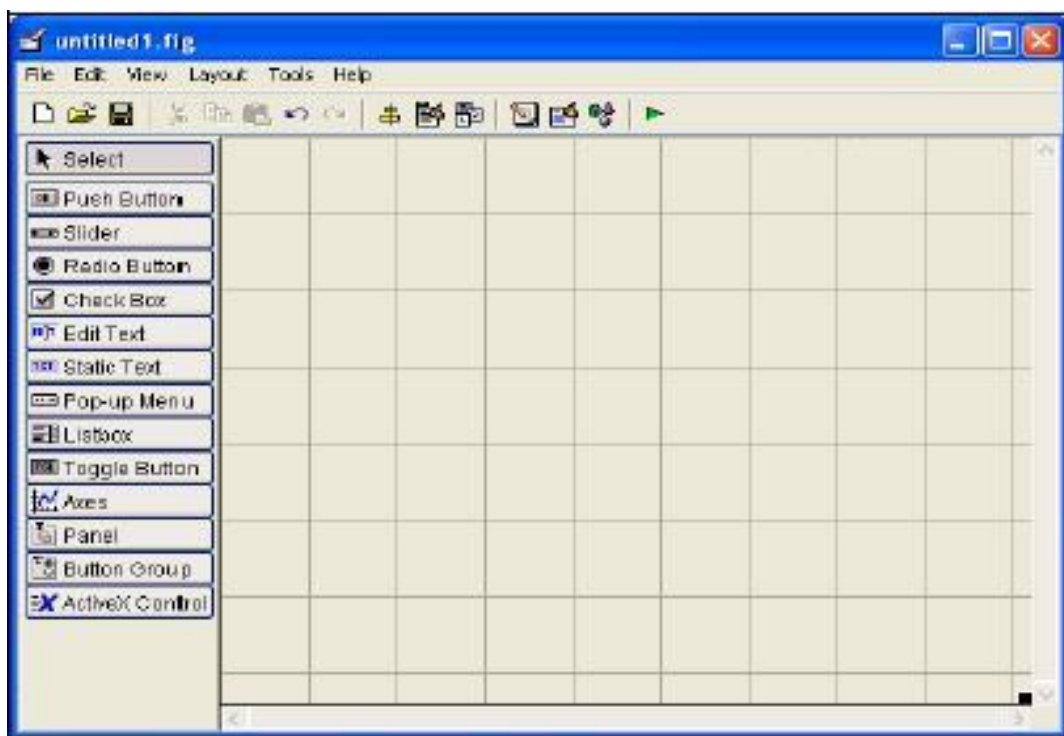


Figura 4.6: Entorno de diseño de GUIDE. Componentes etiquetados

En la tabla 4.1 se presenta una breve descripción de todos los componentes disponibles.

Tabla 4.1: Descripción de los componentes de GUIDE

<i>Control</i>	<i>Valor de estilo</i>	<i>Descripción</i>
Check box	'checkbox'	Indica el estado de una opción o atributo
Editable Text	'edit'	Caja para editar texto
Pop-up menu	'popupmenu'	Provee una lista de opciones
List Box	'listbox'	Muestra una lista deslizable
Push Button	'pushbutton'	Invoca un evento inmediatamente
Radio Button	'radio'	Indica una opción que puede ser seleccionada
Toggle Button	'togglebutton'	Solo dos estados, "on" o "off"
Slider	'slider'	Usado para representar un rango de valores
Static Text	'text'	Muestra un string de texto en una caja
Panel button		Agrupar botones como un grupo
Button Group		Permite exclusividad de selección con los radio button

4.3.2.1 Propiedades de los componentes

Cada uno de los elementos constituyentes de GUIDE poseen un conjunto de opciones que son accesibles mediante un click derecho (ver figura 4.7).

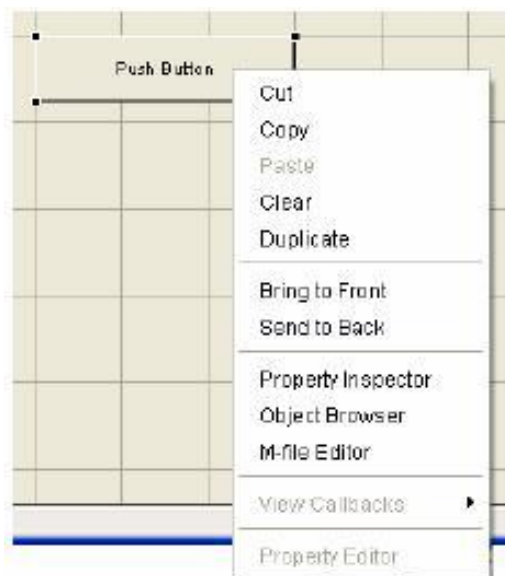


Figura 4.7: Opciones de los componentes

De todo este submenú desplegado, la opción que más se utilizará de ahora en adelante es la denominada *Property Inspector* (figura 4.8), que permite personalizar cada elemento en tamaño, color, posición, campos como por ejemplo el *Tag*, que es el nombre con el que se referirá a él durante la programación del código M; entre otras muchas opciones disponibles [10].

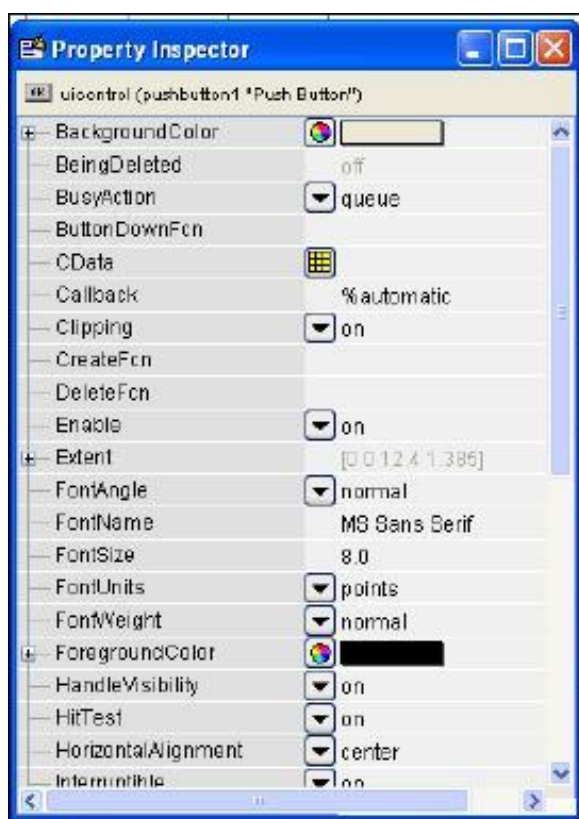


Figura 4.8: *Property Inspector*

Otra de las opciones mas importantes al hacer click derecho en el elemento es *View Callbacks*, la cual, al ser ejecutada abre directamente el archivo .m asociado al diseño de la interfaz y posiciona el cursor directamente en la parte del código correspondiente a la subrutina que se ejecutará cuando se realice una determinada acción sobre el elemento que se está editando.

4.3.3 Funcionamiento de una aplicación GUI

Para tener una visión más global del funcionamiento de la herramienta GUI de MATLAB, se tiene en mente la estructura de un esqueleto.

Una aplicación GUIDE está formada por dos archivos: *.m* y *.fig*. El archivo *.fig* es el que contiene los elementos gráficos del programa, es el esqueleto del software. Por otro lado, el archivo *.m* es el que contiene el código con las correspondencias de los botones de la interfaz del archivo *.fig*; son los tendones, músculos y ligamentos del esqueleto, ellos le dotarán de movilidad y sentido. De otra manera, la interfaz no tendría funcionalidad alguna [10].

Cada vez que se adicione un nuevo elemento a la interfaz gráfica, automáticamente se generará código en el archivo *.m*.

Para abrir una interfaz gráfica, si por ejemplo se ha etiquetado con el nombre *universidad.fig*, únicamente hará falta ejecutar en la ventana de comandos:

```
>> universidad
```

O haciendo click derecho en el m-file y seleccionando la opción *Run*.

Algo de vital conocimiento es saber que los valores de las propiedades de los elementos (color, valor, posición, string., etc.) y los valores de las variables transitorias del programa se almacenan en una estructura, los cuales son accedidos mediante un único y mismo identificador para todos:

```
handles.output=hObject;
```

donde *handles* es el identificador a los datos de la aplicación. Esta definición de identificador es salvada con la siguiente instrucción:

```
guidata(hObject, handles);
```

donde *guidata* es la sentencia para salvar los datos de la aplicación.

Capítulo 5

DELIFT 1.0

5.1 Descripción del software

DELIFT 1.0 es un software surgido de la necesidad de automatizar todo el proceso de cálculo de las guías y cables a la hora de diseñar un ascensor.

Es una herramienta destinada al apoyo didáctico de la asignatura “Ingeniería del transporte” de 1º curso correspondiente al Máster de Ingeniería Industrial. En la figura 5.1 se muestra la pantalla de presentación de DELIFT 1.0.

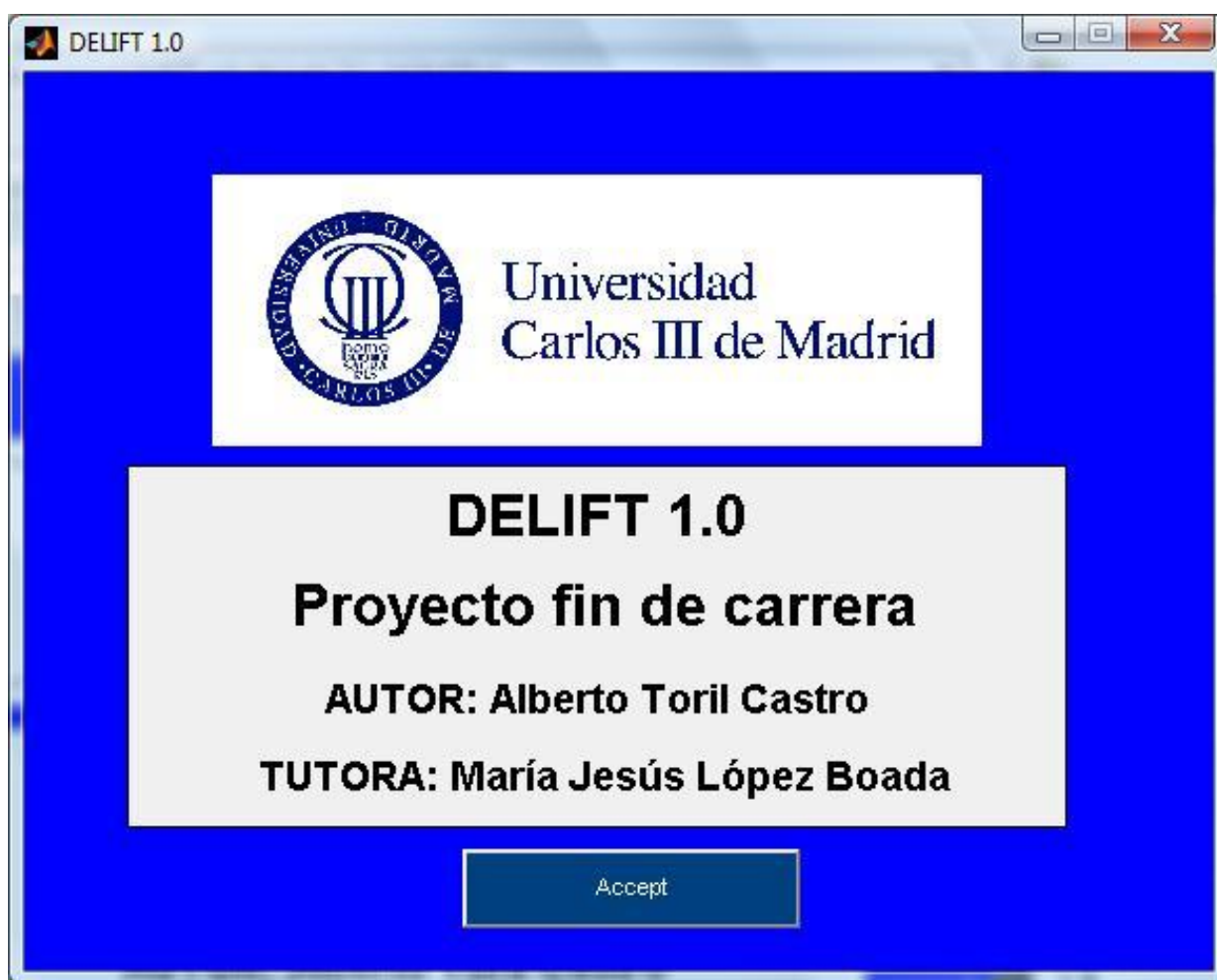


Figura 5.1: Pantalla de inicio de DELIFT 1.0

Sin embargo, durante el desarrollo del mismo uno mismo se da cuenta de la fuerza y las posibilidades reales de esta aplicación, mucho más potentes de las que estaba destinado en un principio, puesto que se encuentra en un momento clave para un seguimiento de su desarrollo con la ambición de abarcar, por completo todo el proceso de diseño de un ascensor, pudiéndose detallar hasta el más mínimo elemento y proceso.

El programa, como se comenta en el el capítulo 4, está programado en lenguaje MATLAB, un lenguaje matemático propio, del que se presupone que todo ingeniero debe conocer y manejar durante su proceso de formación académica.

Dicho programa sigue una estructura modular, de cara a una visualización más sencilla y minimalista. Todo está explicado de la manera más simple posible con el objetivo que una futura corrección de errores, ampliación de su código o modificación del mismo, conlleve el menor tiempo posible.

DELIFT 1.0 está dividido en tres secciones clave para el diseño de las guías y cables del ascensor:

- En primer lugar se accede una interfaz de usuario creada únicamente para poder determinar, en función del tipo de edificio, el número de ascensores que serán necesarios. A partir de ahí se obtendrán todas sus características técnicas, como se detallará en el apartado 5.2.1, el número de personas que podrán ser transportadas en ellos, así como el tipo de elemento de seguridad a diseñar para poder funcionar dentro de unos límites completamente seguros y factibles para el transporte real de personas.
- El siguiente paso trata acerca del diseño de las guías del ascensor elegido. En este paso, además de elegir la configuración sobre la que se diseñará el mismo (detalladas en el apartado 3.2.1 del presente proyecto), se definirán las características del material a emplear para fabricar las guías; así como la distancia entre las sujecciones de las mismas.

A continuación se tiene una lista de perfiles, todos ellos correctamente tabulados y ceñidos a las tablas cedidas por Savera [12], cuyos datos serán almacenados en memoria para la realización de los cálculos referentes al posterior cálculo (apartado 3.2.2 del presente proyecto) y aplicación de las restricciones determinadas por la Normativa española UNE-EN 81 [7].

- Por último, se ha diseñado un apartado en el campo referente de los cables necesarios en el funcionamiento del ascensor. En él, a través de la elección entre diferentes tipos de suspensiones y cables, DELIFT 1.0 realizará los cálculos pertinentes para determinar el número necesario de los mismos y el coeficiente de seguridad a aplicar.

5.2 Utilización de DELIFT 1.0

En este apartado se explica paso a paso el funcionamiento de DELIFT, haciendo parada en cada uno de sus detalles y procesos de cálculo.

Tras la pantalla de inicio, se accede directamente al menú principal, en el que, como se puede apreciar en la figura 5.2, se tienen las tres secciones comentadas en el apartado 5.1:

- *Technical features* (características técnicas).
- *Guide's calculation* (cálculo de guías).
- *Rope's calculation* (cálculo de cables).

Cabe reseñar que estos se van mostrando consecutivamente uno detrás de otro, de manera que hasta que no se hayan completado los campos en la sección de “Technical features”, no será posible continuar con los cálculos referentes a las guías y a los cables.

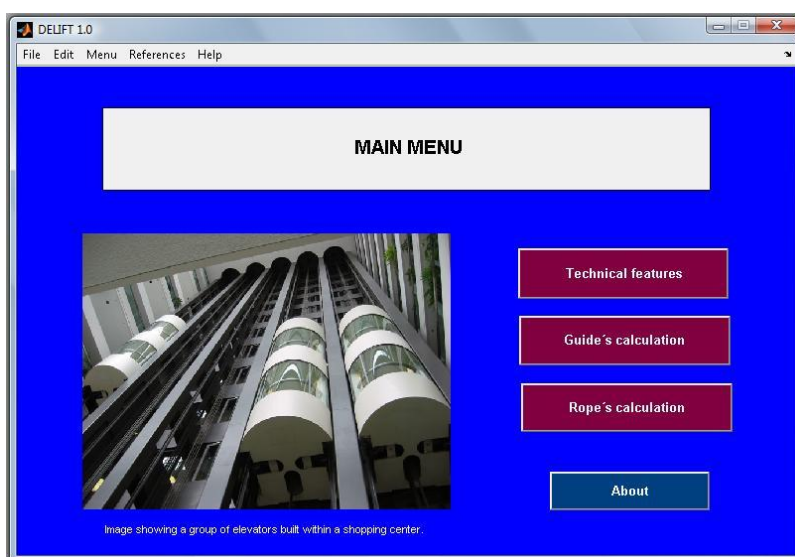


Figura 5.2: Menú principal

5.2.1 Características técnicas

Al realizar un click sobre el primer bloque se accede a “Technical features”, en esta sección el programa necesita saber determinados datos, como son: el tipo de edificio sobre el que se van a instalar el/los ascensor/es, el número de plantas de este y la altura de cada una de ellas.

Como se comentaba en apartados anteriores, el programa, debido a la normativa NTE-ITA, cuenta con un máximo de diseño de veinte plantas; de esta manera, si el usuario introduce un número mayor que este, DELIFT 1.0 responderá con un mensaje informativo indicando este hecho. La figura 5.3 muestra la ventana correspondiente al apartado de características técnicas.

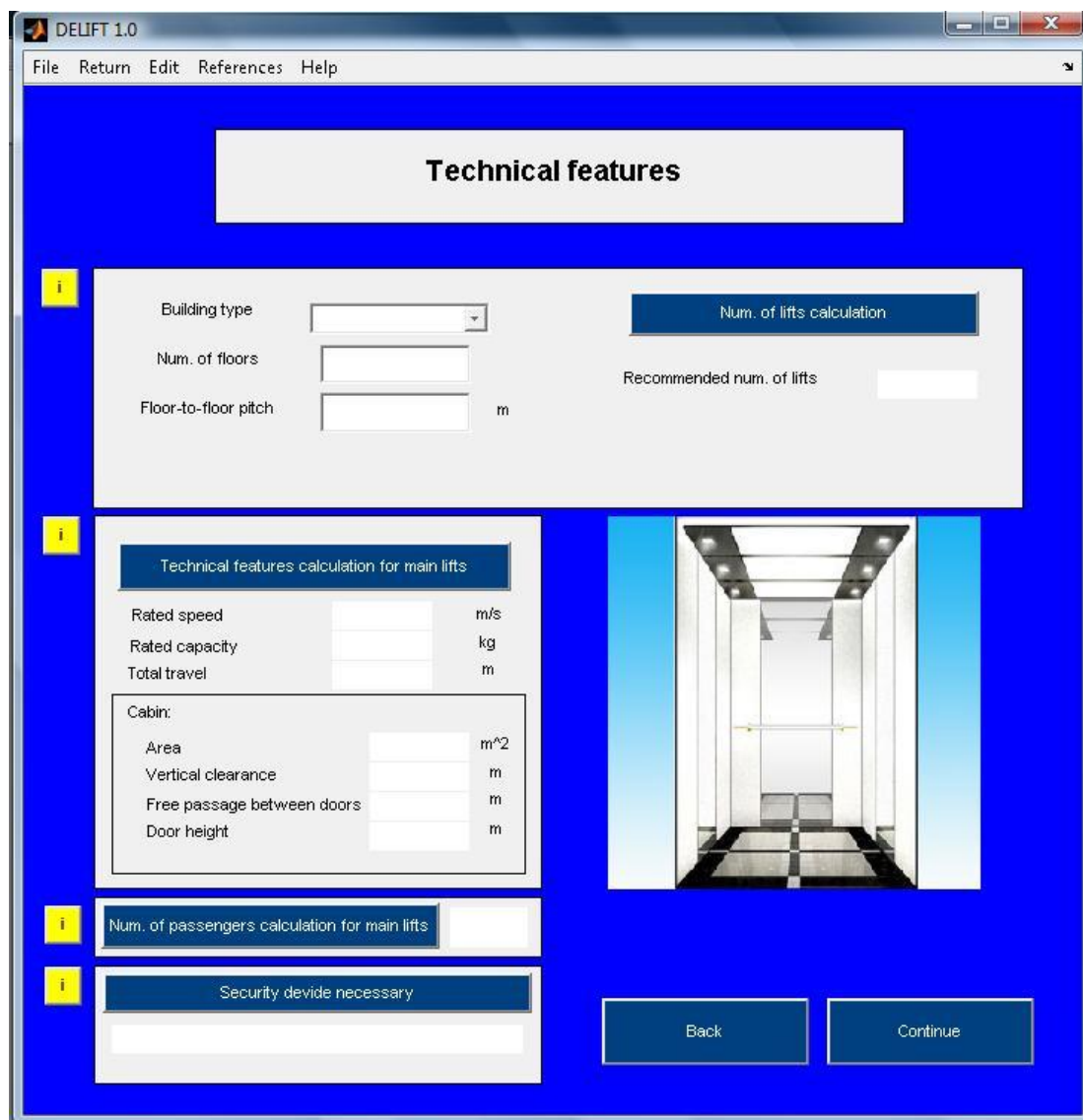
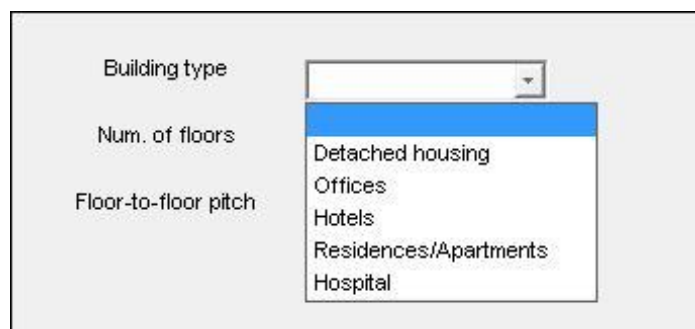


Figura 5.3: Características técnicas



Building type

Num. of floors

Floor-to-floor pitch

Detached housing

Offices

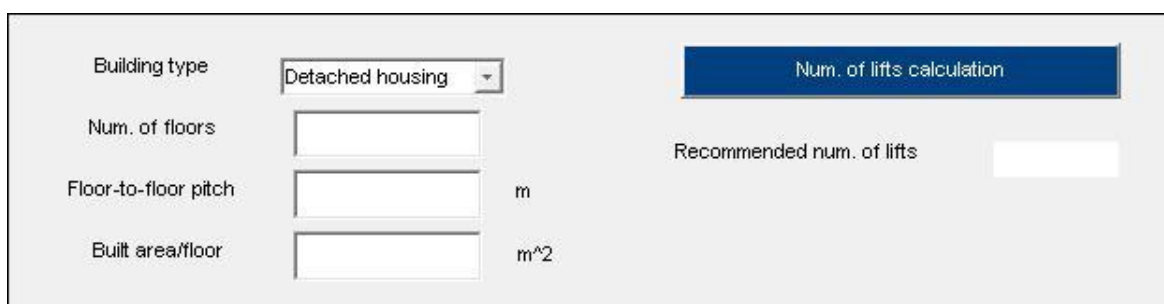
Hotels

Residences/Apartments

Hospital

Figura 5.4: Selección de tipo de edificio

Como se puede ver en la figura 5.4, DELIFT 1.0 ofrecerá los diferentes tipos de edificios comentados en el apartado 3.1.1 referentes a la Normativa NTE-ITA. En función del edificio seleccionado, DELIFT 1.0 mostrará en la interfaz determinados tipos de elementos donde introducir los datos necesarios correspondientes al tipo de edificio seleccionado. Estas diferencias pueden ser apreciadas en las figuras 5.5, 5.6, 5.7, 5.8 y 5.9.



Building type: Detached housing

Num. of floors

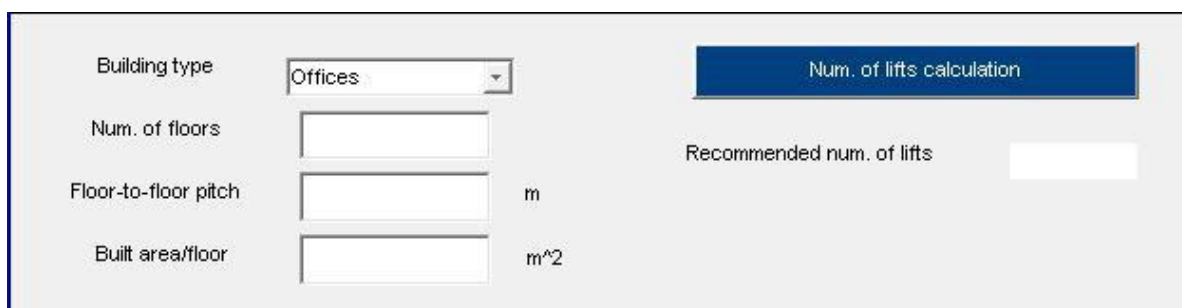
Floor-to-floor pitch

Built area/floor

Num. of lifts calculation

Recommended num. of lifts

Figura 5.5: Viviendas unifamiliares



Building type: Offices

Num. of floors

Floor-to-floor pitch

Built area/floor

Num. of lifts calculation

Recommended num. of lifts

Figura 5.6: Oficinas

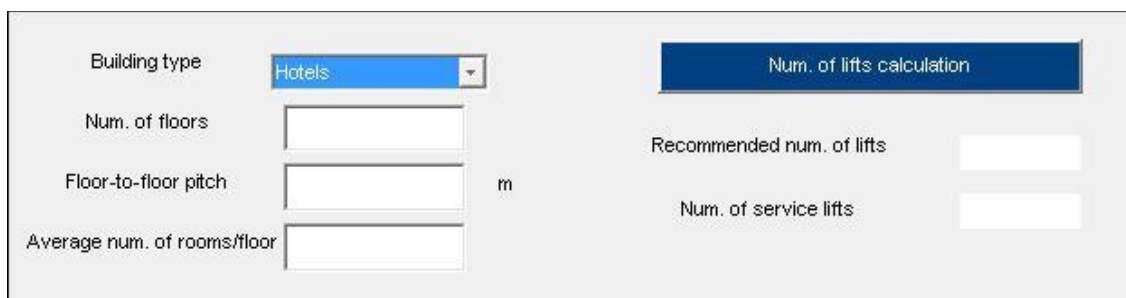


Figura 5.7: Hoteles



Figura 5.8: Residencias/apartamentos

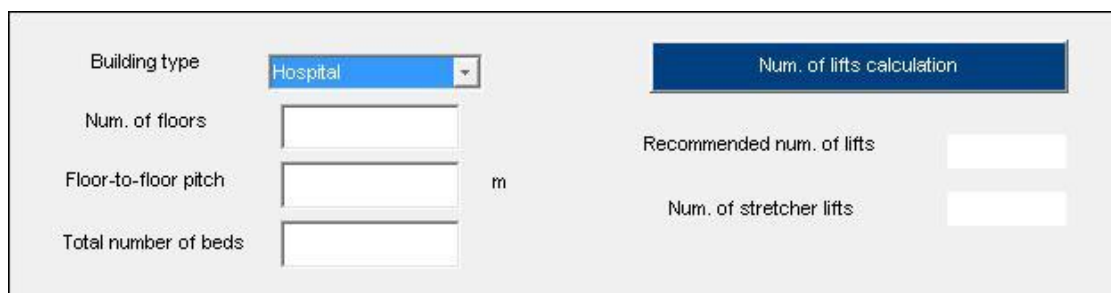
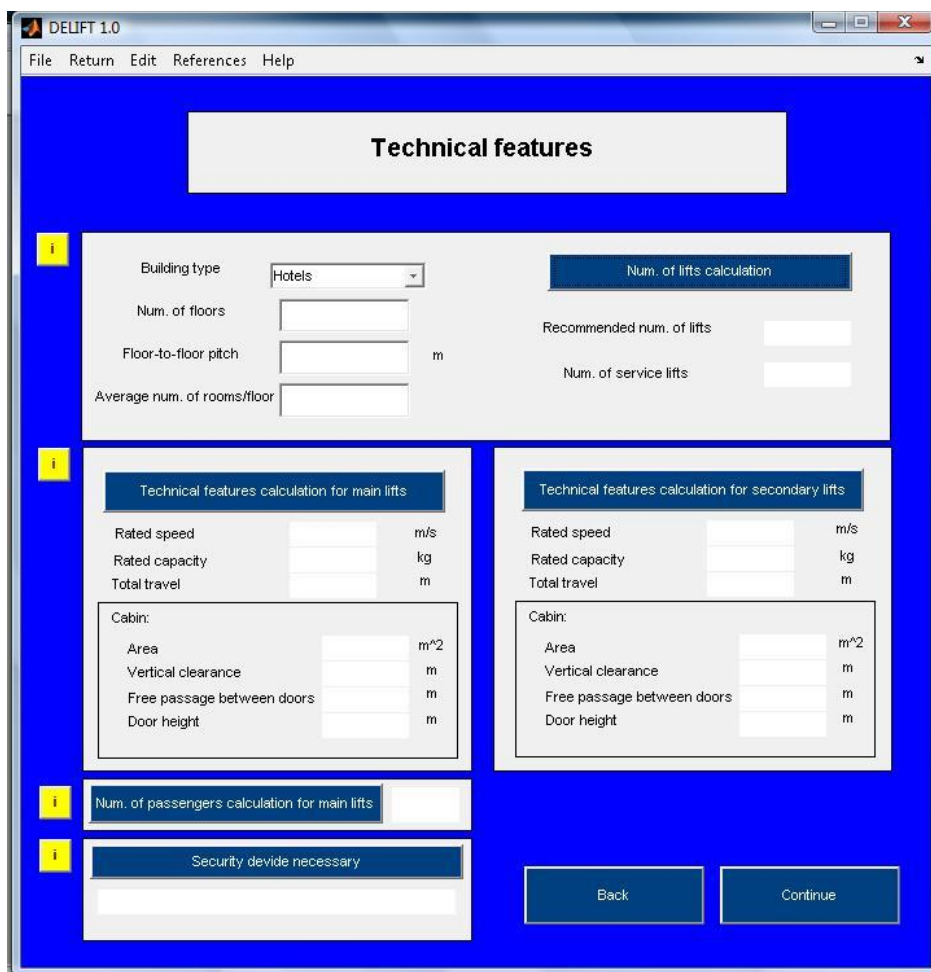


Figura 5.9: Hospitales

Una vez introducidos los primeros datos, un detalle de DELIFT 1.0 al seleccionar el tipo “hoteles” o “hospitales” es que la imagen con la cabina del ascensor cambia por un panel añadido de características técnicas para los respectivos ascensores de servicio o montacamillas. En la figura 5.10 se observa el cambio que sufre la interfaz cuando el usuario elige la opción de “hoteles” u “hospitales”, debido a la ya comentada funcionalidad de DELIFT 1.0, para calcular también el número de ascensores de servicio o montacamillas, respectivamente.

Para este segundo tipo de ascensores, las características técnicas calculadas por DELIFT 1.0 son las mismas que para los ascensores principales. La salvedad se encuentra en que el software no está programado en esta versión para poder realizar en ellos los cálculos de esfuerzos sobre las guías y el número de cables, explicados a lo largo del apartado 3 del presente proyecto.



The screenshot shows the DELIFT 1.0 software window with a menu bar (File, Return, Edit, References, Help) and a title bar (DELIFT 1.0). The main interface has a blue background and a central white area with various input fields and buttons.

Technical features

Building type:

Num. of floors:

Floor-to-floor pitch: m

Average num. of rooms/floor:

Recommended num. of lifts:

Num. of service lifts:

Technical features calculation for main lifts

Rated speed: m/s

Rated capacity: kg

Total travel: m

Cabin:

Area: m²

Vertical clearance: m

Free passage between doors: m

Door height: m

Technical features calculation for secondary lifts

Rated speed: m/s

Rated capacity: kg

Total travel: m

Cabin:

Area: m²

Vertical clearance: m

Free passage between doors: m

Door height: m

Num. of passengers calculation for main lifts

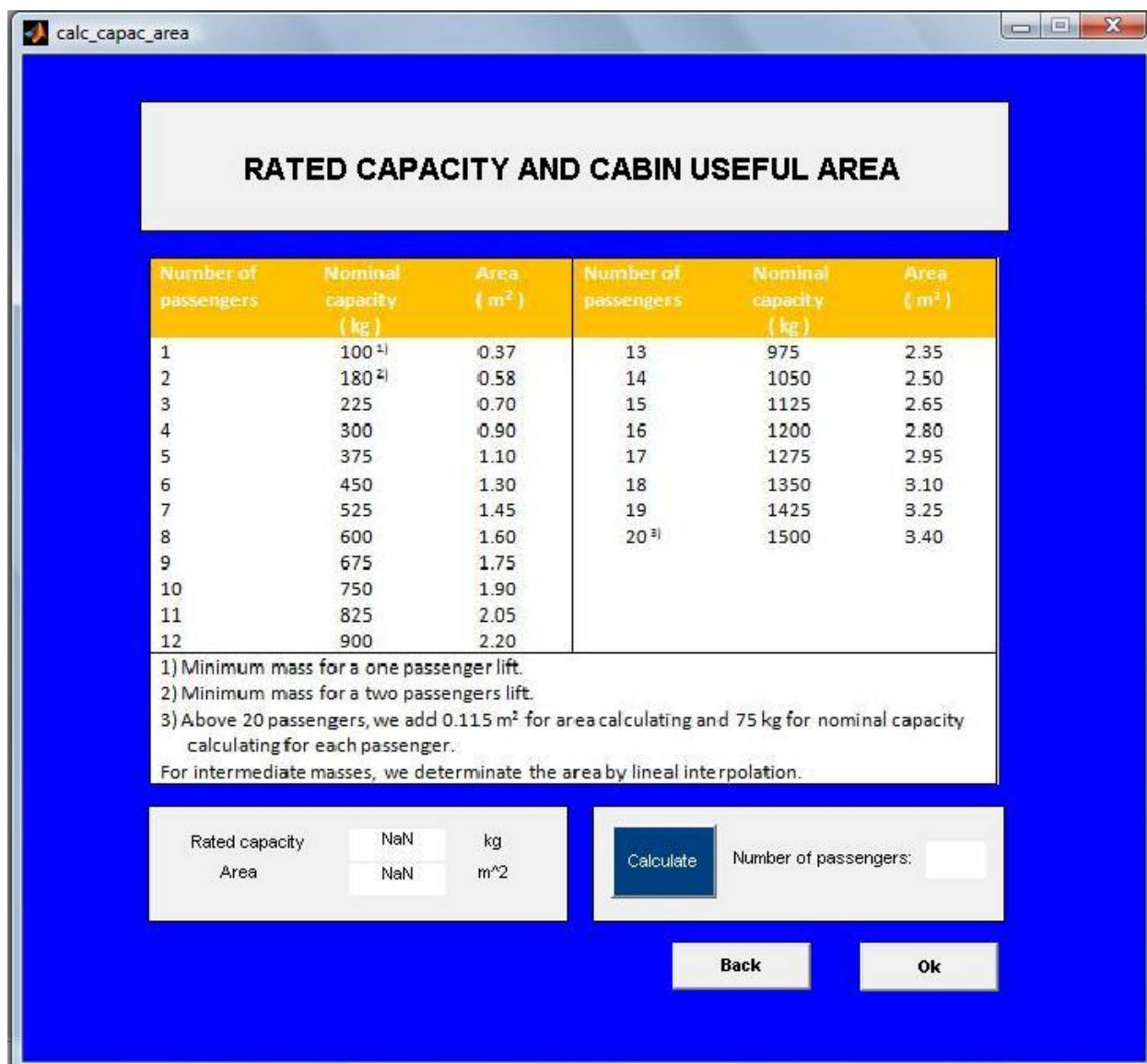
Security device necessary

Figura 5.10: Características técnicas calculables para ascensor primario y secundario

Una vez obtenidas las características técnicas y el número de ascensores a emplear, se accede al cálculo del número de pasajeros máximo para cada ascensor. La ventana mostrada en la figura 5.11 ha sido tabulada a través de datos extraídos de la Norma UNE-EN 81.

De esta manera, aproximando el peso de cada pasajero a 75 kg de media y tabulando el área de la cabina en la tabla, DELIFT 1.0 calcula el número de pasajeros máximos para cada tipo de ascensor.

Por último, DELIFT 1.0 realiza el cálculo del paracaídas necesario según la velocidad nominal del ascensor que se está calculando, tal y como se explicó en el apartado 2.3.6, devolviendo en forma de mensaje con serigrafía roja al usuario el tipo de paracaídas necesario (frame inferior de la figura 5.10).



calc_capac_area

RATED CAPACITY AND CABIN USEFUL AREA

Number of passengers	Nominal capacity (kg)	Area (m ²)	Number of passengers	Nominal capacity (kg)	Area (m ²)
1	100 ¹⁾	0.37	13	975	2.35
2	180 ²⁾	0.58	14	1050	2.50
3	225	0.70	15	1125	2.65
4	300	0.90	16	1200	2.80
5	375	1.10	17	1275	2.95
6	450	1.30	18	1350	3.10
7	525	1.45	19	1425	3.25
8	600	1.60	20 ³⁾	1500	3.40
9	675	1.75			
10	750	1.90			
11	825	2.05			
12	900	2.20			

1) Minimum mass for a one passenger lift.
 2) Minimum mass for a two passengers lift.
 3) Above 20 passengers, we add 0.115 m² for area calculating and 75 kg for nominal capacity calculating for each passenger.
 For intermediate masses, we determinate the area by lineal interpolation.

Rated capacity: kg

Area: m²

Number of passengers:

Figura 5.11: Cálculo del número de pasajeros

DELIFT 1.0 ofrece al usuario información en todo momento sobre cada paso para facilitar su uso. En estas ventanas de información accesibles mediante los botones amarillos, colocados a la izquierda de cada sección, se explican todos los cálculos aplicados, las referencias utilizadas para cada cálculo y usualmente unos baremos para los datos a introducir de cara a un posible desconocimiento del usuario de la información requerida.

Las figuras 5.12, 5.13, 5.14 y 5.15 corresponden a las cuatro ventanas de información respectivas del apartado de “características técnicas”.

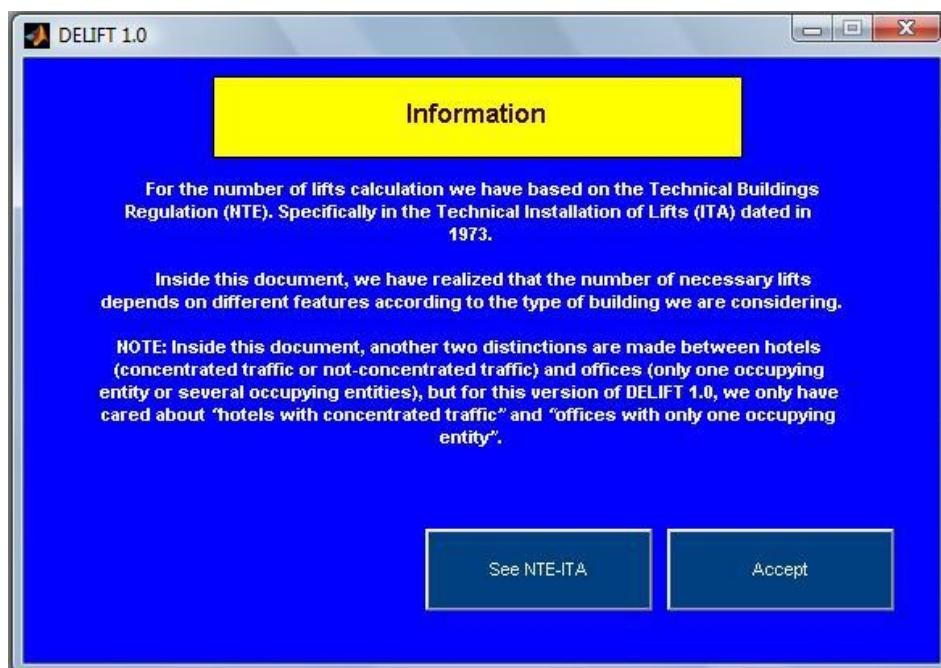


Figura 5.12: Cuadro de información sobre el cálculo del número de ascensores

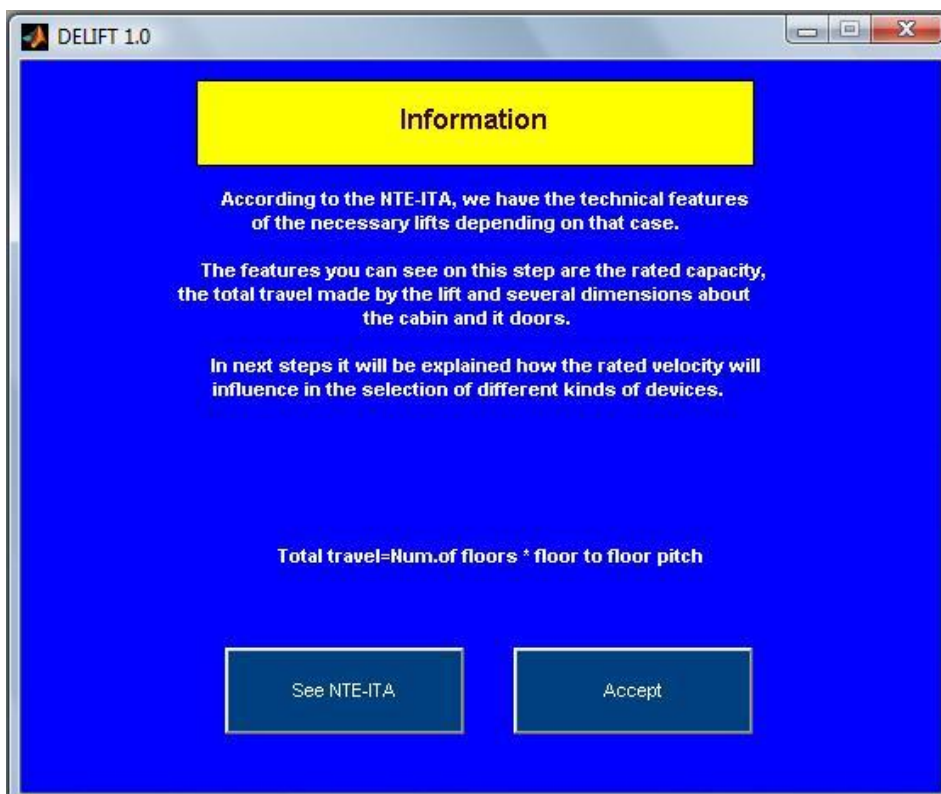


Figura 5.13: Cuadro de información sobre las características técnicas de los ascensores

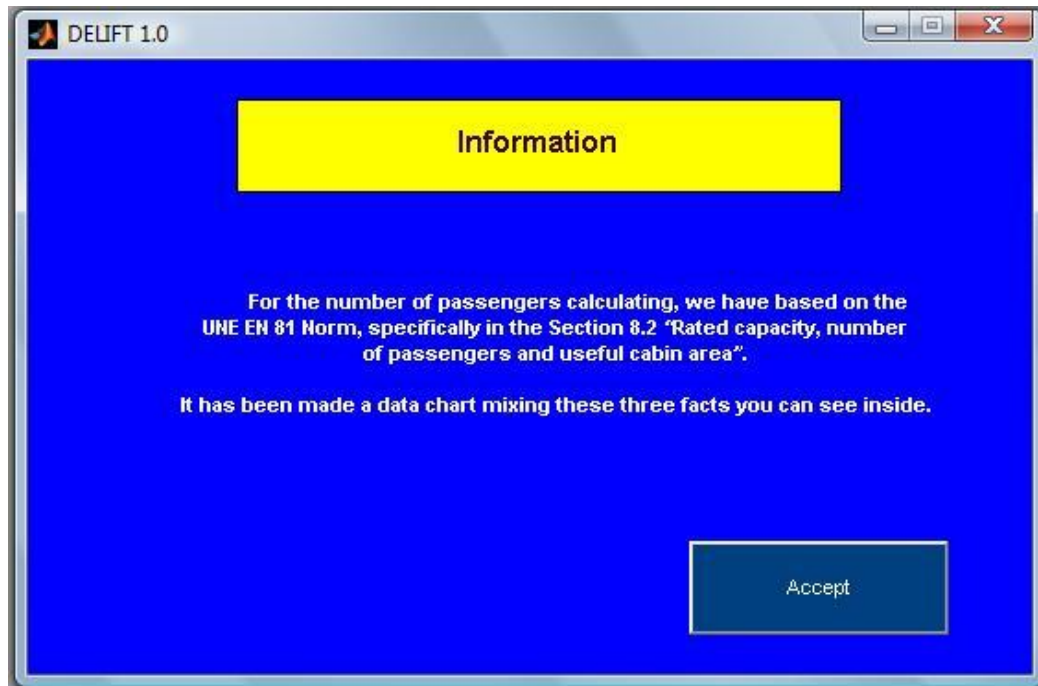


Figura 5.14: Cuadro de información sobre el cálculo del número de pasajeros

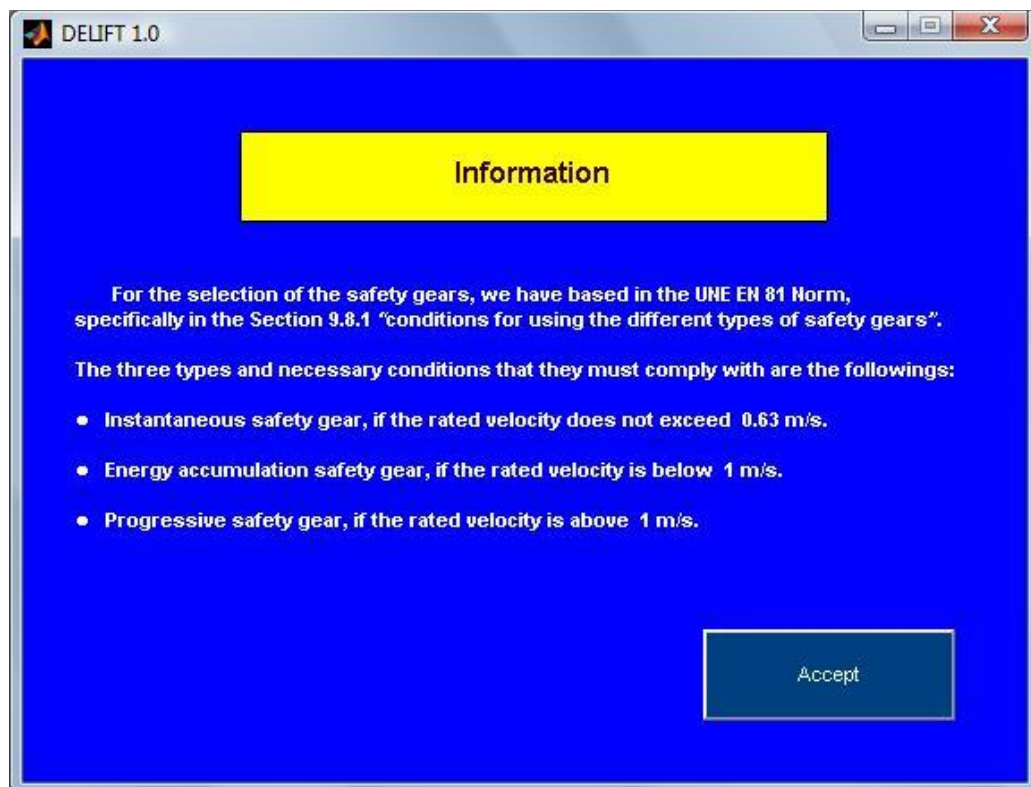


Figura 5.15: Cuadro de información sobre los tipos de paracaídas disponibles

5.2.2 Cálculo de guías

Una vez completada la sección de “Technical features”, el programa devuelve al usuario al menú principal, donde ahora la única opción permitida es la del cálculo de guías “*Guide’s calculation*”.

Al hacer click en ella se accede al correspondiente apartado del cálculo de guías. La ventana que se muestra nada más acceder corresponde a la figura 5.16. En este caso, hasta que no se haya seleccionado un tipo de configuración, la interfaz permanece completamente vacía únicamente con la opción de volver atrás.

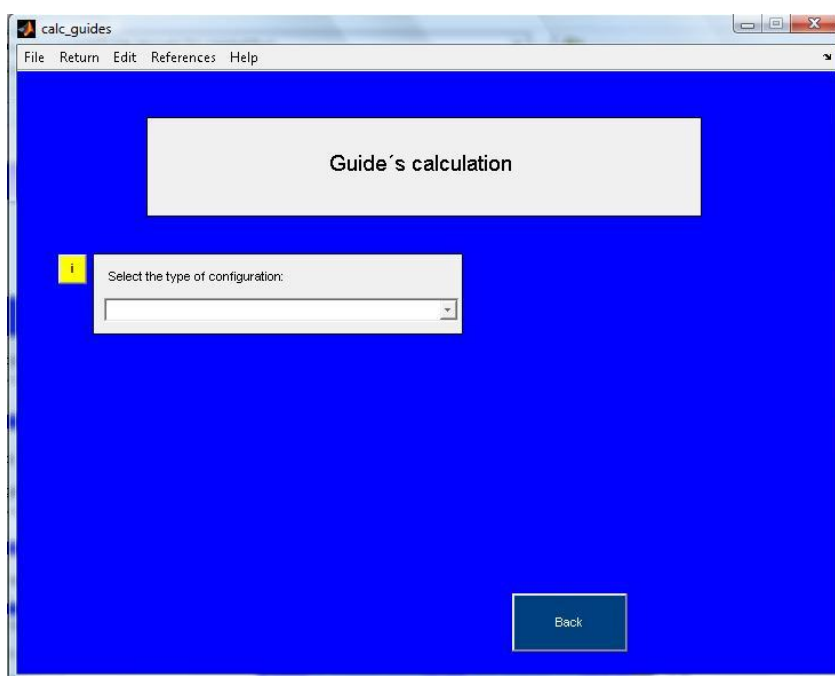


Figura 5.16: Cálculo de guías

La única opción disponible es una pestaña relativa a los tipos de configuración estructural de las guías del ascensor. Al desplegar la pestaña se muestra la información mostrada en la figura 5.17:

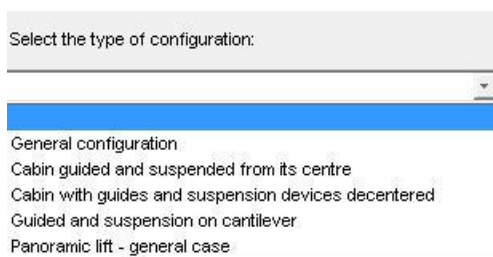


Figura 5.17: Tipos de configuración disponibles

La primera opción disponible, “*General configuration*”, es la única para la que ha sido programado DELIFT 1.0 por el momento. Al seleccionarla se accede al conjunto de opciones mostradas en la figura 5.18:

- *Modulus of elasticity* (módulo de elasticidad del material a emplear).
- *Type of guides of T section selection* (selección de las guías con perfil en T para el cálculo de los esfuerzos).
- *Distance between guide fixings* (distancia entre fijaciones de las guías).
- *Cases of calculation selection* (selección de los diferentes casos de cálculo).

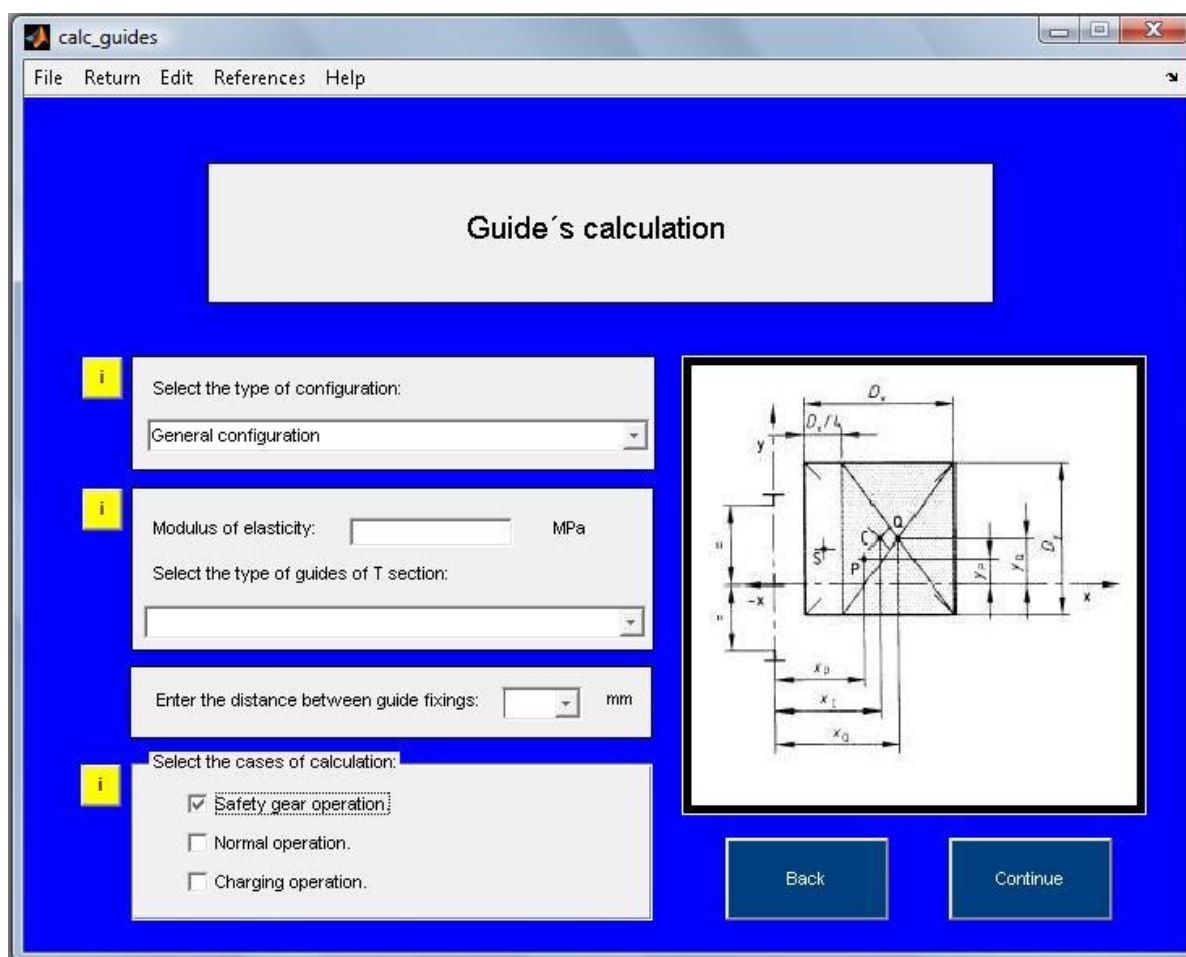


Figura 5.18: Cálculo de guías sobre el caso general

Una vez introducido el módulo de elasticidad del material que se utilizará para las guías, se despliega una pestaña referente a la selección del perfil (figura 5.19), donde haciendo click en cada una de ellas se accede a la ventana de carga de los datos de las mismas en memoria, mostrada en las figuras 5.20, 5.21 y 5.22.

Todos estos datos referentes a cada uno de los tipos de guías han sido extraídos directamente de los catálogos del fabricante Saveria Group [12].

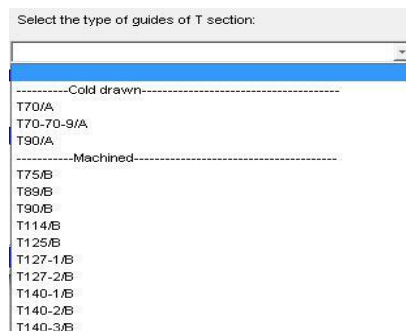


Figura 5.19: Secciones T disponibles

DELIFT 1.0

Features of T-sections

	$A \pm 0,10$ $b \pm 1,50$	$B \pm 0,75$ h_1	$h \pm 0,08$	$l \pm 0,10$ k_1	$l_1 \pm 0,10$ k_2	$n \pm 0,10$ n	c	$g \pm 0,75$	$f \pm 0,75$	$p \pm 0,75$	r_s	$m_1 \pm 0,06$ m_1	$m_2 \pm 0,06$ m_2	$u_1 \pm 0,10$ u_1	$u_2 \pm 0,10$ u_2	Others not straightness mm max. mm max.	
T70/A	70	95	•	•	9	•	34	6	6	8	•	1,5	3	2,97	3,5	3	2,5 0,5
T70-70-9/A	70	70	•	•	9	•	35	7,9	8,5	8,5	•	3	3	2,97	3,5	3	2,5 0,5
T90/A	90	75	•	•	16	•	42	10	8	12	•	4	8,4	8,37	7,14	6,35	2,5 0,5

	d	d1	b2	$b_3 \pm 0,20$ b_3	$l_1 \pm 0,20$ l_1	$l_2 \pm 0,20$ l_2	$v \pm 0,3$ v	Tornillo Bolt	Arandela Washer
T70/A	13	26	70	42	250	105	25	10	M12x5
T70-70-9/A	13	•	70	42	250	105	25	10	M12x5
T90/A	13	26	90	57,2	305	114,3	38,1	13	M12x5

	Sección Section cm 2	Peso Weight kg/m	e	I_{xx}	W_{xx}	I_{yy}	W_{yy}	i_{yy}
T70/A	9,4	7,379	2,034	40,95	9,169	2,087	18,86	5,389
T70-70-9/A	11,25	8,83	2,11	52,61	10,79	2,16	24,62	7,02
T90/A	17,25	13,54	2,612	102	20,66	2,431	52,46	11,66

Load section features

Figura 5.20: Selección de perfiles T

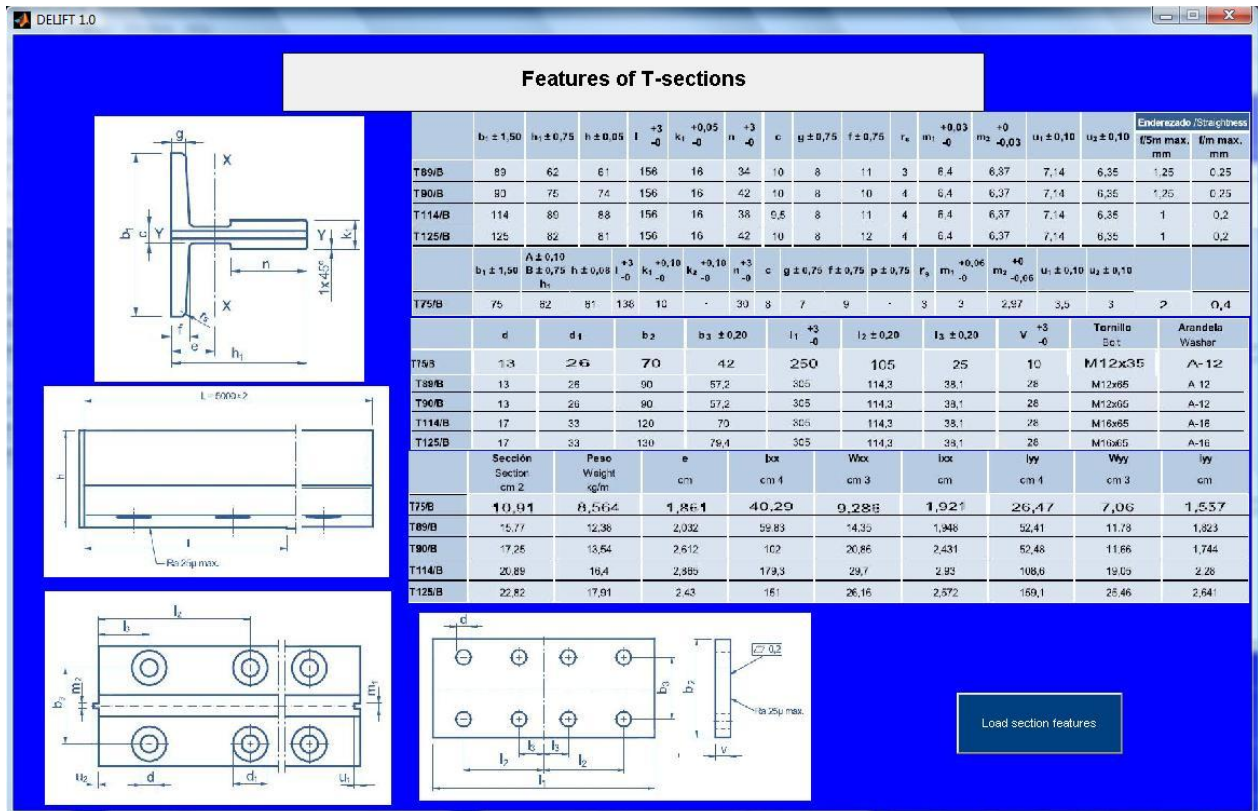


Figura 5.21: Secciones T disponibles

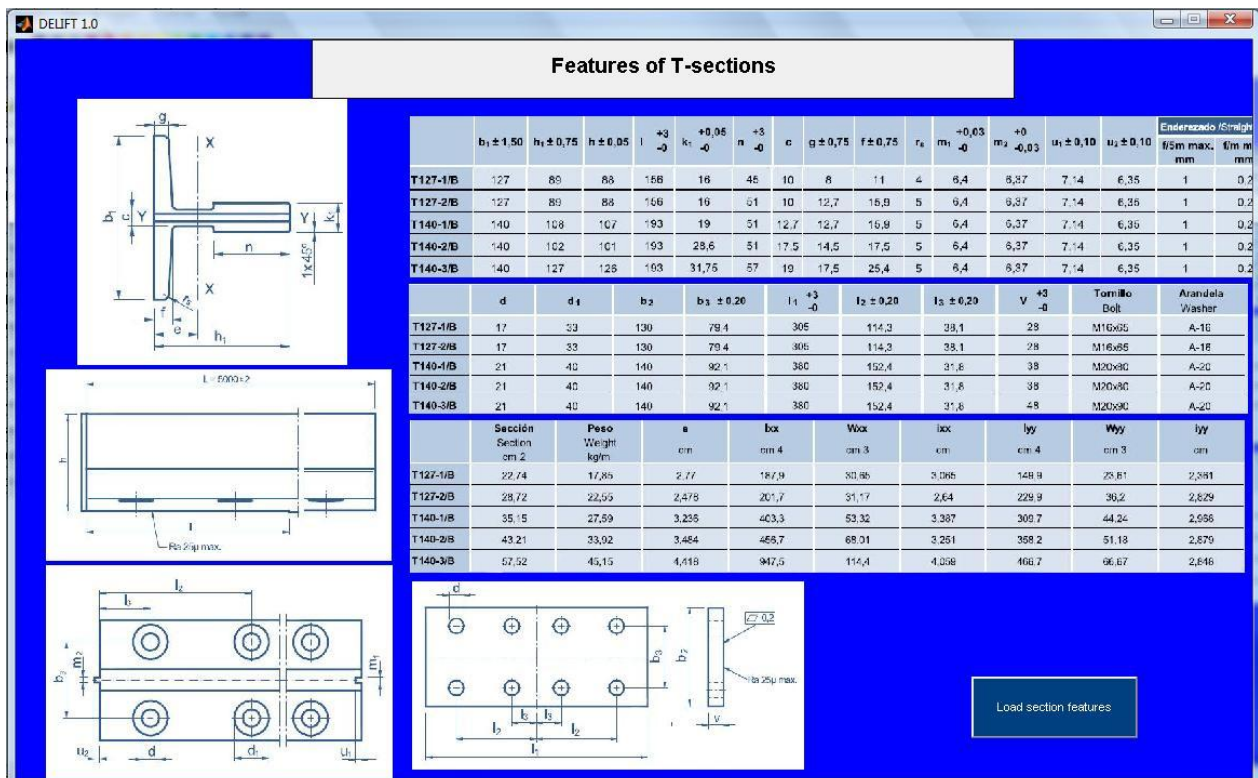


Figura 5.22: Secciones T disponibles

Como se ha comentado previamente en el apartado 3.2.1, DELIFT 1.0 no está preparado para el cálculo de las restantes configuraciones, de manera que al seleccionarlas al principio en la pestaña designada, se le mostrarán al usuario el mensaje (ver figuras 5.23, 5.24, 5.25 y 5.26):

For now, DELIFT 1.0 has been only programmed for the "General configuration" please, select the designed option above.

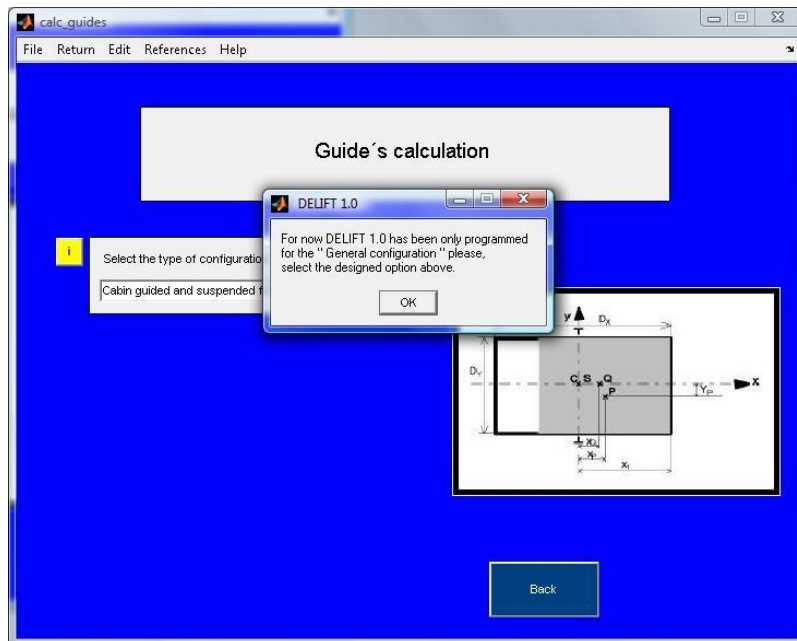


Figura 5.23: Cabina guiada y suspendida de su centro

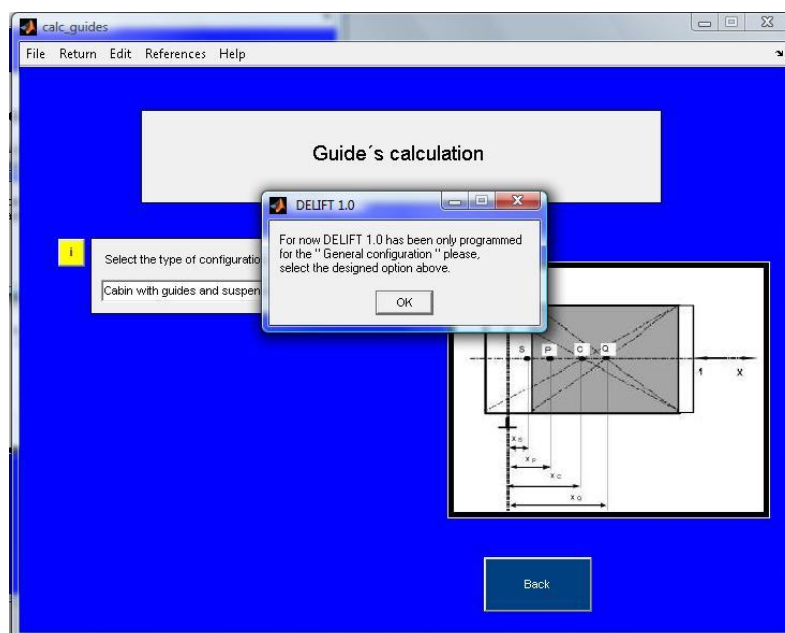


Figura 5.24: Cabina con guías y órganos de suspensión descentrados

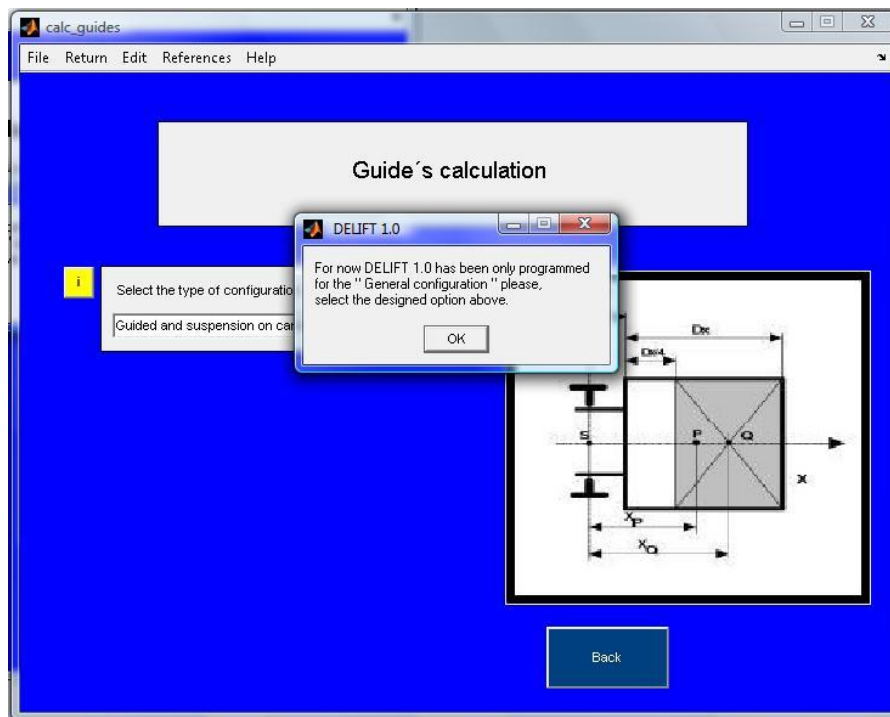


Figura 5.25: Guiado y suspensión en voladizo

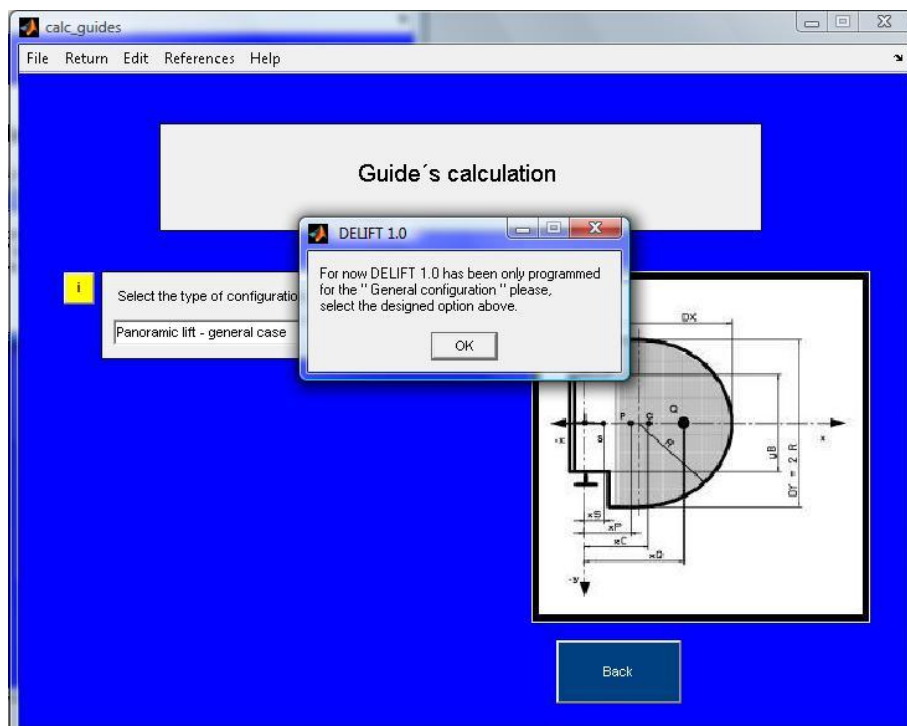


Figura 5.26: Ascensor panorámico-caso general

En las figuras 5.27, 5.28 y 5.29, se muestran las ventanas de información relativas a este segundo apartado, en orden de aparición durante la ejecución del programa.

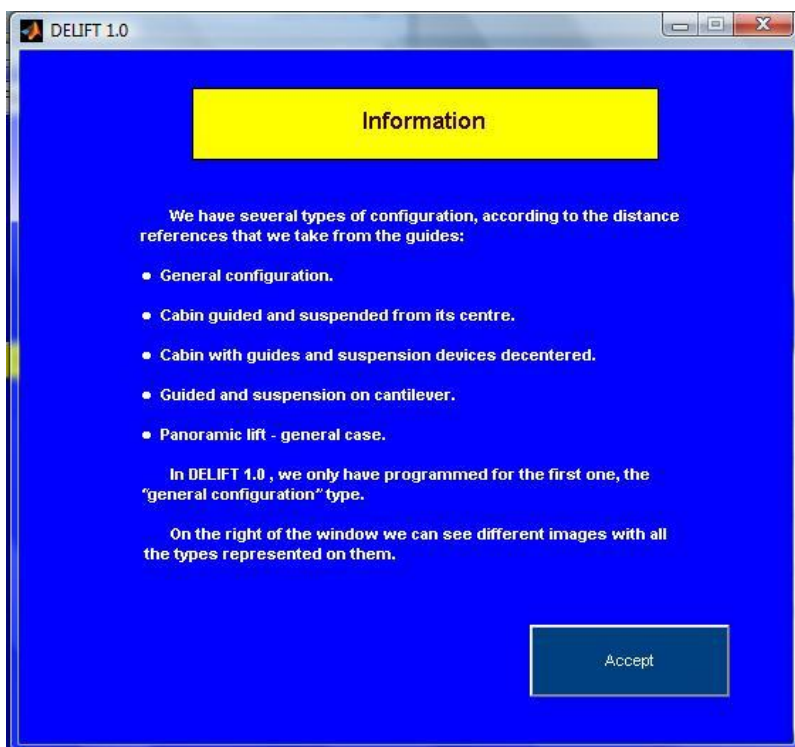


Figura 5.27: Cuadro de información sobre los tipos de configuración disponibles



Figura 5.28: Cuadro de información sobre los tipos de perfiles T disponibles y su módulo de Young

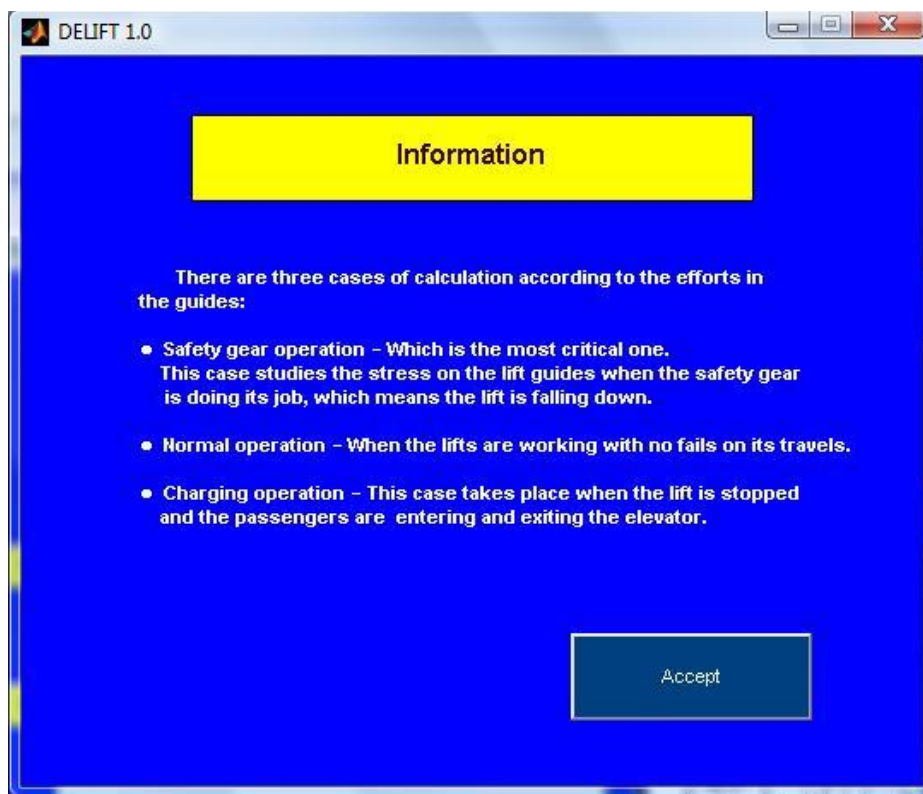


Figura 5.29: Cuadro de información sobre los tipos de paracaídas casos de cálculo

5.2.2.1 Obtención de resultados

Finalmente, tras seleccionar de entre las tres situaciones de análisis de esfuerzos las deseadas por el usuario (ver figura 5.18), se habilitará en pantalla el botón “calculate”, a través del cual se accede a la pantalla de resultados que se muestra en la figura 5.30.

En ella, todos los datos referentes a los esfuerzos de flexión, pandeo, mixtos, torsión en la base y los desplazamientos en ambos ejes, se imprimen directamente en pantalla a la espera de la comprobación de su veracidad por parte del usuario al aplicar las condiciones re restrictivas de la norma UNE-EN 81.

En la figura 5.31, DELIFT 1.0 muestra las cotas de los diferentes centros de gravedad y dimensiones de la cabina utilizadas en cada ejemplo de cálculo.

Las figuras 5.32, 5.33 y 5.34 muestran las ecuaciones utilizadas en los tres casos de cálculo de guías, explicados en el apartado 3.2 del presente proyecto.

CAPÍTULO 5: DELIFT 1.0

DELIFT 1.0

File Return Edit Print References Help

SAFETY GEAR OPERATION

Flexion stress:

Flexion stress on axis x MPa

Flexion stress on axis y MPa

Buckling stress:

Buckling stress MPa

Mixed stress:

Mixed stress MPa

Torsion on the basis:

Torsion stress MPa

Displacement arrows:

Displacement on axis x mm

Displacement on axis y mm

Apply UNE EN-81 Norm

NORMAL OPERATION

Flexion stress:

Flexion stress on axis x MPa

Flexion stress on axis y MPa

Buckling stress:

Buckling stress MPa

Mixed stress:

Mixed stress MPa

Torsion on the basis:

Torsion stress MPa

Displacement arrows:

Displacement on axis x mm

Displacement on axis y mm

Apply UNE EN-81 Norm

CHARGING OPERATION

Flexion stress:

Flexion stress on axis x MPa

Flexion stress on axis y MPa

Buckling stress:

Buckling stress MPa

Mixed stress:

Mixed stress MPa

Torsion on the basis:

Torsion stress MPa

Displacement arrows:

Displacement on axis x mm

Displacement on axis y mm

Apply UNE EN-81 Norm

View the taken distance references

Back Accept

Figura 5.30: Resultados referentes al cálculo de guías

DELIFT 1.0

References and distances

Diagram showing dimensions and coordinates:

$x_s = \frac{D_x}{6}$
 $x_c = \frac{D_x}{2}$
 $y_s = \frac{-D_y}{16}$
 $y_c = 0$
 $x_p = \frac{3D_x}{8}$
 $x_q = \frac{5D_x}{8}$
 $y_p = \frac{-D_y}{8}$
 $y_q = \frac{D_y}{8}$

$D_x =$ m
 $D_y =$ m

Axis x:

$x_s =$ m
 $x_p =$ m
 $x_c =$ m
 $x_q =$ m

Axis y:

$y_s =$ m
 $y_p =$ m
 $y_c =$ m
 $y_q =$ m

Accept

Figura 5.31: Dimensiones y referencias de la cabina

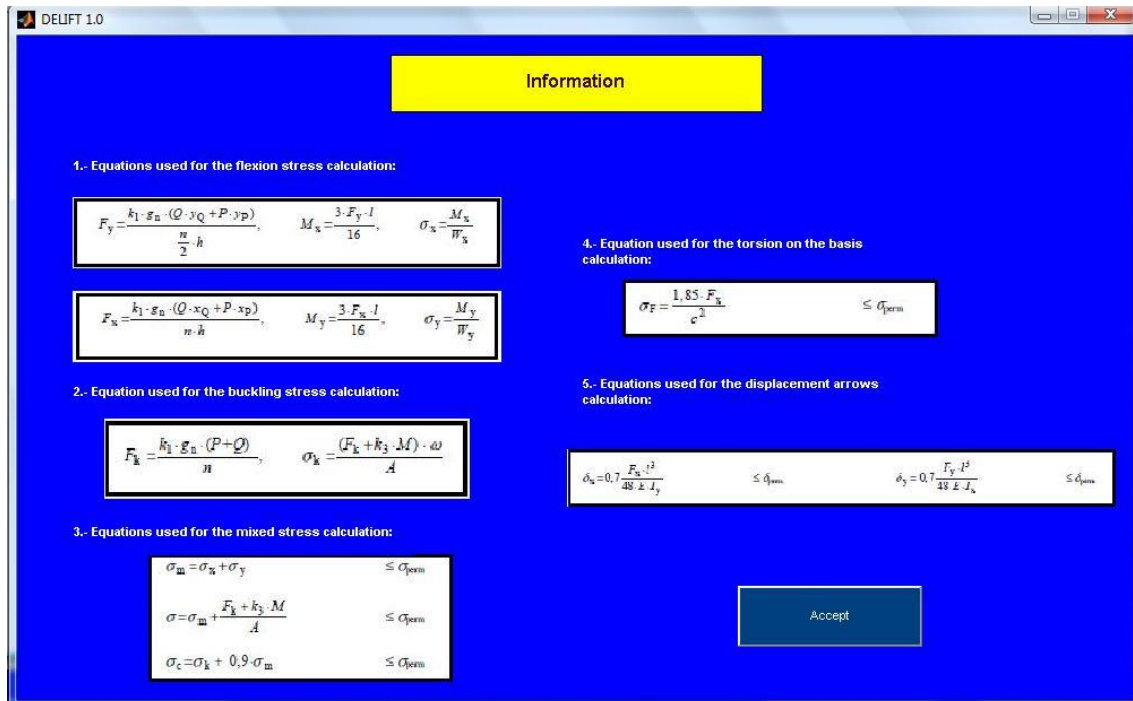


Figura 5.32: Cuadro de información sobre las ecuaciones aplicadas durante la actuación del paracaídas

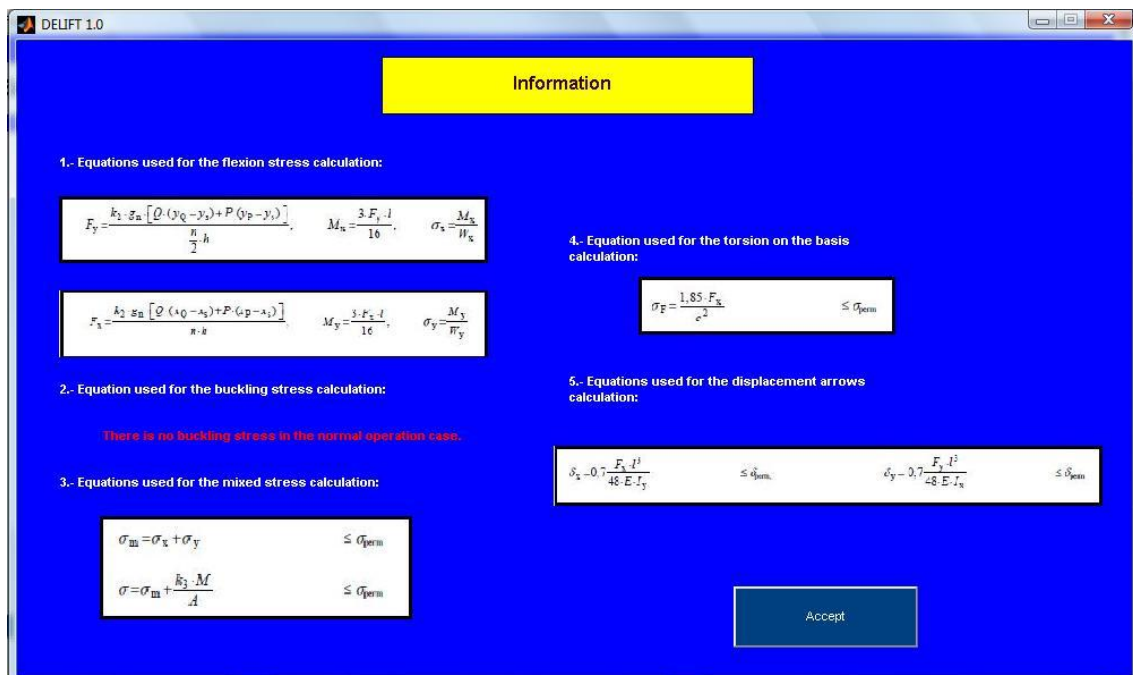


Figura 5.33: Cuadro de información sobre las ecuaciones aplicadas durante el funcionamiento normal del ascensor

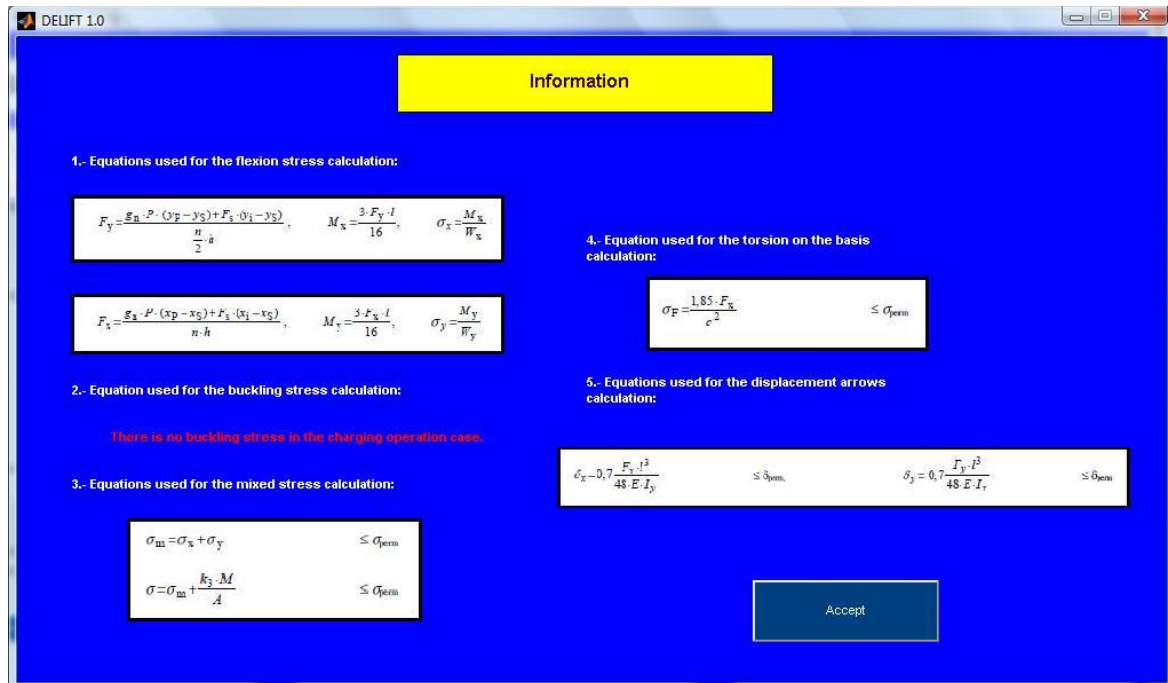


Figura 5.34: Cuadro de información sobre las ecuaciones aplicadas durante el proceso de carga del ascensor

Por último, se aplica la Norma UNE-EN 81 (figura 5.35) pulsando el botón destinado para ello y se obtienen un mensaje por parte del programa diciendo al usuario si las guías cumplen las especificaciones o, por el contrario, no son válidas. De no ser así el usuario deberá de volver atrás siguiendo las indicaciones del programa para redimensionar las guías elegidas.

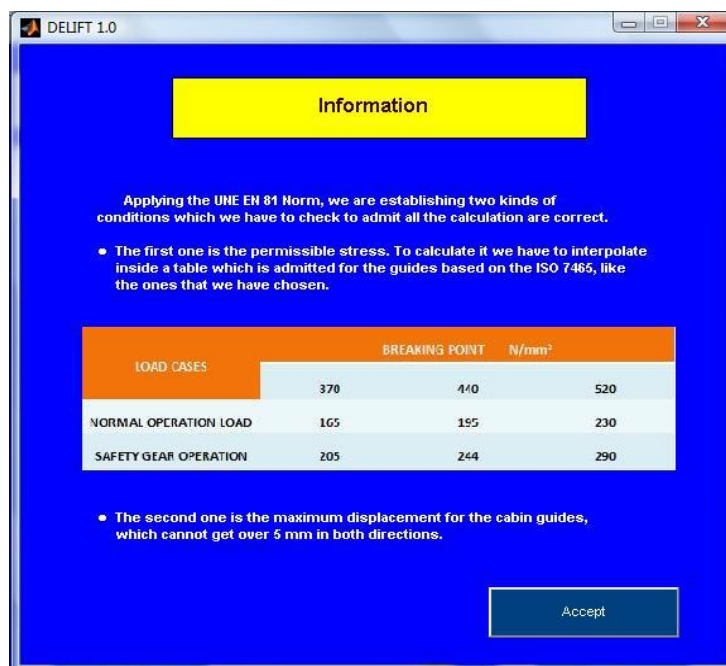


Figura 5.35: Normativa UNE EN 81 relativa a los cálculos

5.2.3 Cálculo de cables

Una vez finalizado el cálculo de las guías, el programa devuelve al usuario al menú principal, con la salvedad que ahora aparece habilitada la opción de cálculo de cables, “Rope’s calculation”.

Haciendo click sobre ella se accede a la ventana mostrada en la figura 5.36, en la que aparecen los siguientes elementos:

- *Type of suspension selection* (selección del tipo de suspensión).
- *Type of ropes selection* (selección del tipo de cable).

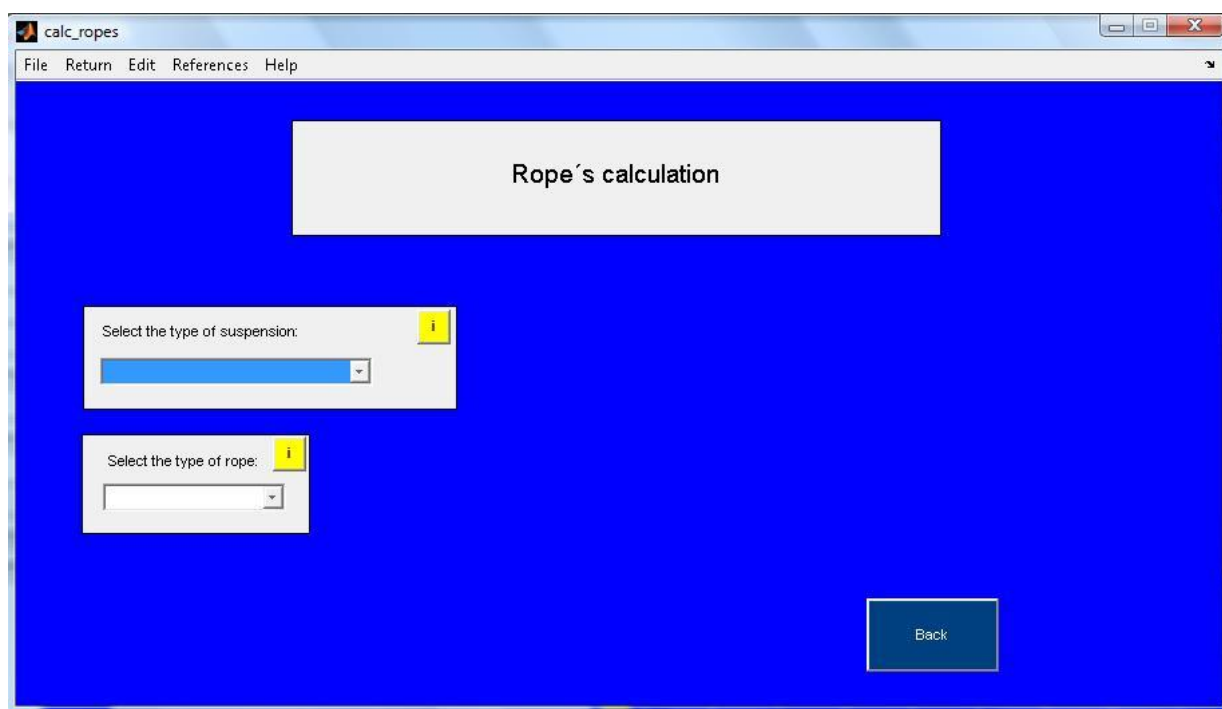


Figura 5.36: Cálculo de cables

Se puede observar que sólo se encuentra habilitado el botón “Back”, de manera que hasta no se proceda a la introducción de los datos, no será posible realizar ningún proceso de cálculo.

La primera pestaña, como se comentaba anteriormente, está relacionada con la elección del tipo de suspensión. Haciendo click en ella, se despliega la pestaña mostrada en la figura 5.37.

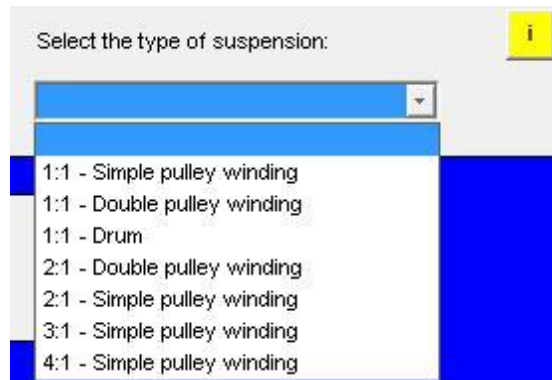


Figura 5.37: Tipos de suspensión disponibles

Tras seleccionar la suspensión deseada, DELIFT 1.0 muestra un boceto de cada una de ellas, extraídos del fabricante Mitsubishi Elevators [13].

La siguiente pestaña hace referencia a la selección del tipo de cable a considerar para el posterior cálculo (figura 5.38). Para el diseño de DELIFT 1.0, se han tenido en cuenta los cables facilitados por el catálogo del fabricante Brugg Lifting [19], entre los que han sido elegidos los de diámetros de 8 mm y 10 mm.

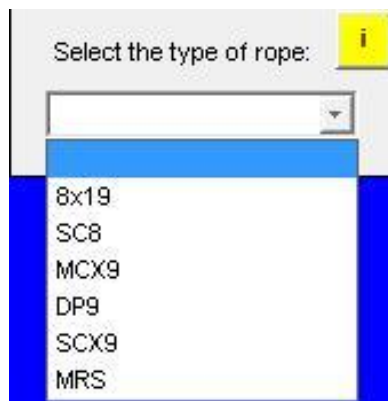


Figura 5.38: Tipos de cables disponibles

Tras la selección del tipo de cable y del diametro del mismo, DELIFT 1.0 habilita un nuevo recuadro (figura 3.39), en el que aparece el botón “calculate” al lado de los recuadros donde se imprimirán los resultados referidos al número de cables necesarios y su coeficiente de seguridad.

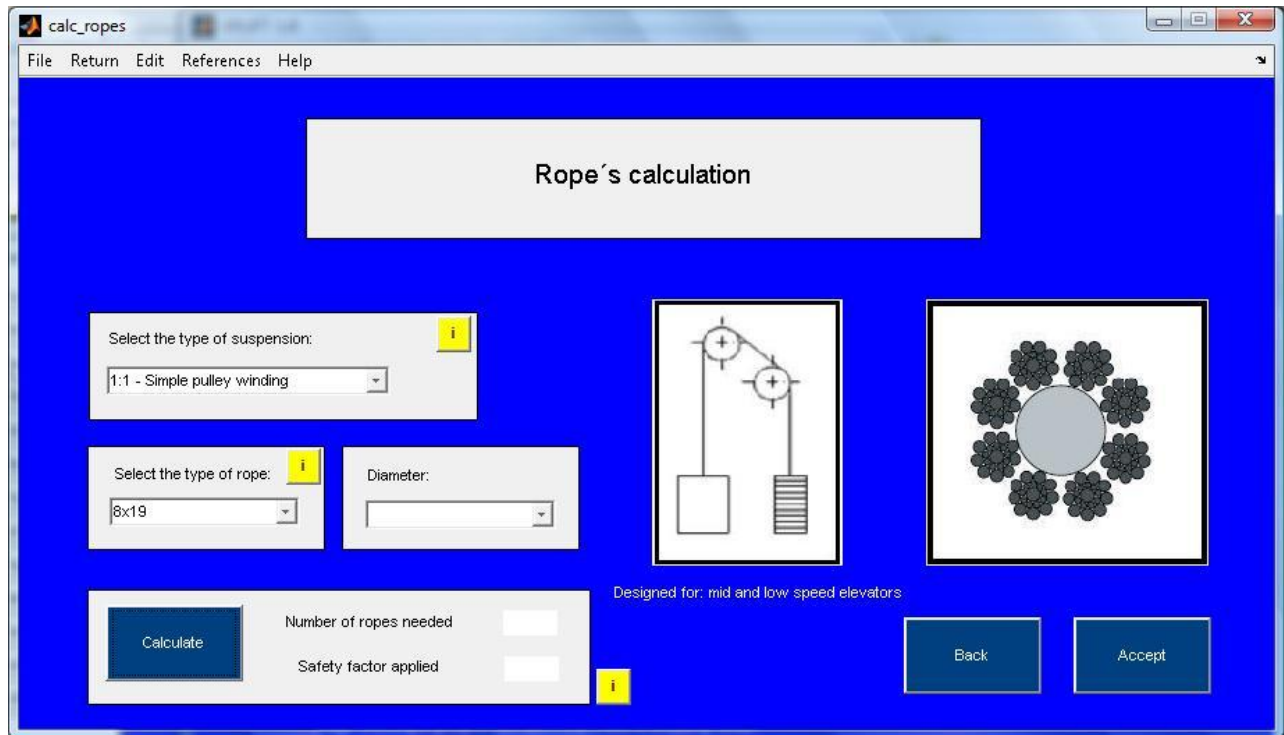


Figura 5.39: Obtención de resultados relativos a los cables

En las figuras 5.40, 5.41 y 5.42, se muestran las ventanas de información relativas a este tercer apartado, en orden de aparición durante la ejecución del programa.

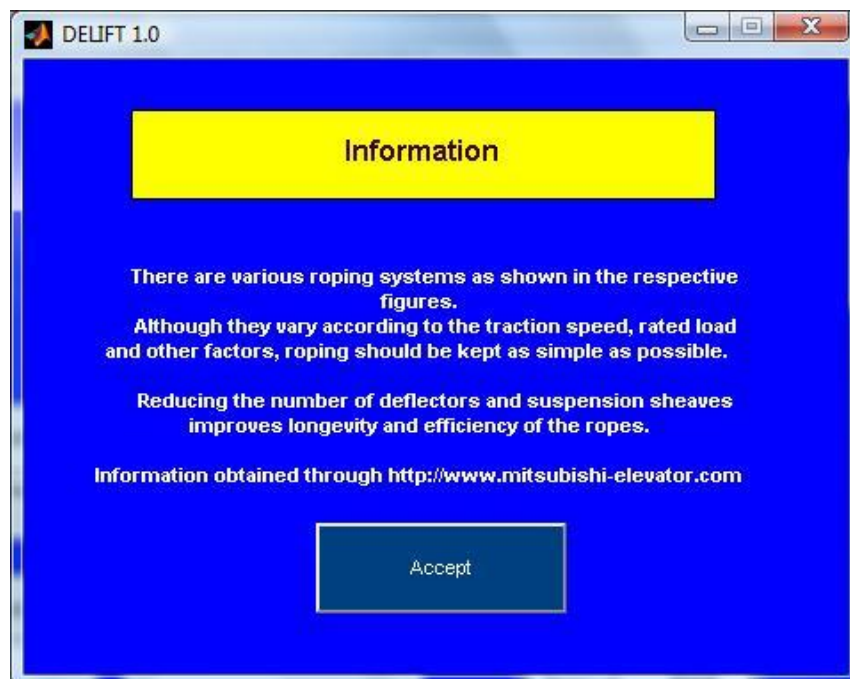


Figura 5.40: Cuadro de información sobre los tipos de suspensión disponibles y su referencia



Figura 5.41: Cuadro de información sobre los cables disponibles

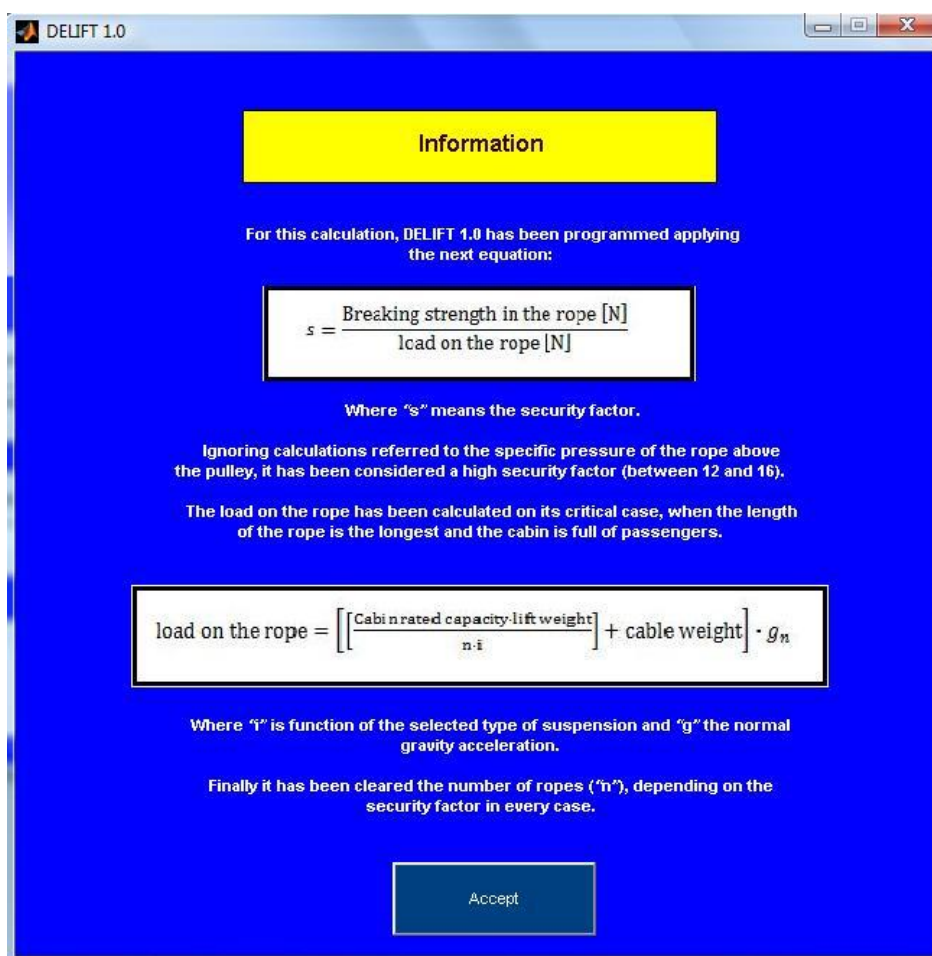


Figura 5.42: Cuadro de información sobre las ecuaciones aplicadas en el cálculo de cables

Capítulo 6

Validación del software

6.1 Ejemplo comparativo

Para comprobar que los resultados obtenidos mediante DELIFT 1.0 son fieles a los obtenidos mediante los cálculos empíricos, se va a estudiar un caso particular por ambos métodos y a compararlos posteriormente.

6.1.1 Paso 1: Ejemplo de aplicación

El primer paso durante la ejecución del software descrito anteriormente es la introducción de las características estructurales del edificio, en este caso se ha seleccionado:

Tipo de edificio:	Vivienda unifamiliar
Número de plantas:	10
Distancia entre planta y planta:	3 m
Área construida en cada planta:	300 m ²

El programa considera que van a ser necesario la implantación de 2 ascensores de características técnicas:

Velocidad nominal:	1	m/s
Capacidad nominal:	400	kg
Distancia recorrida:	30	m
Área de la cabina:	1.05	m ²
Altura de la cabina:	2.2	m
Paso libre entre las puertas:	0.8	m
Altura de las puertas:	2	m
Número de pasajeros:	4	
Paracaidas:	Acumulación de energía	

Todos estos datos quedan resumidos en la figura 6.1.

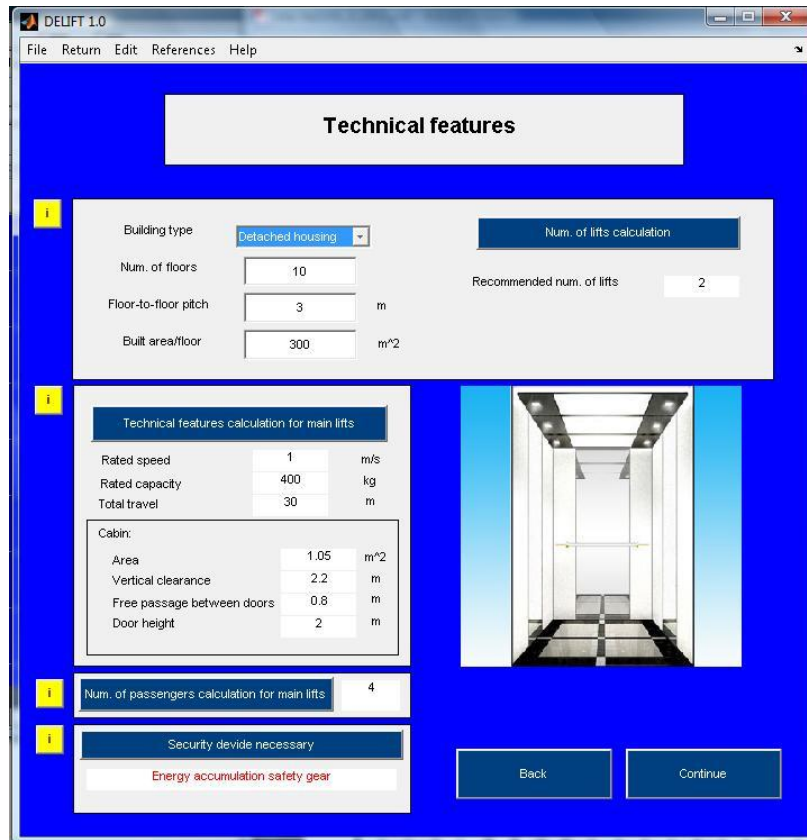


Figura 6.1: Introducción de los datos técnicos del ejemplo

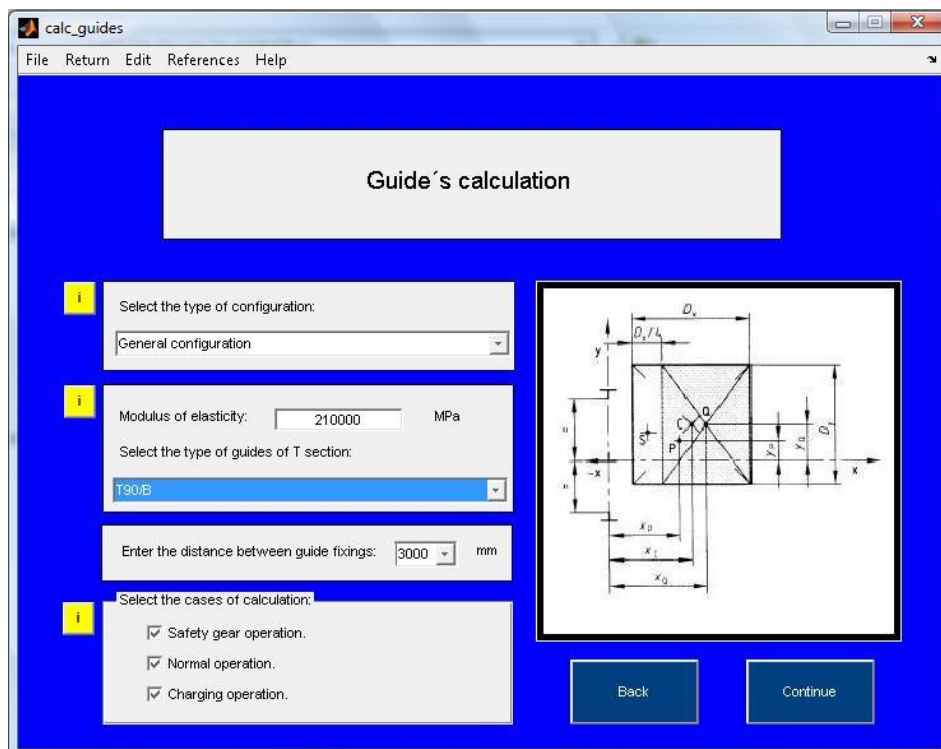


Figura 6.2: Selección de un perfil inicial T90/B

Tras este paso, se introducen los datos referentes al cálculo de guías, seleccionándose (figura 6.2):

Tipo configuración:	Configuración general
Módulo de elasticidad:	210 000 MPa
Tipo de sección:	T90/B
Distancia entre fijaciones de las guías:	3000 mm

Y se procede al cálculo de los diferentes esfuerzos y desplazamientos:

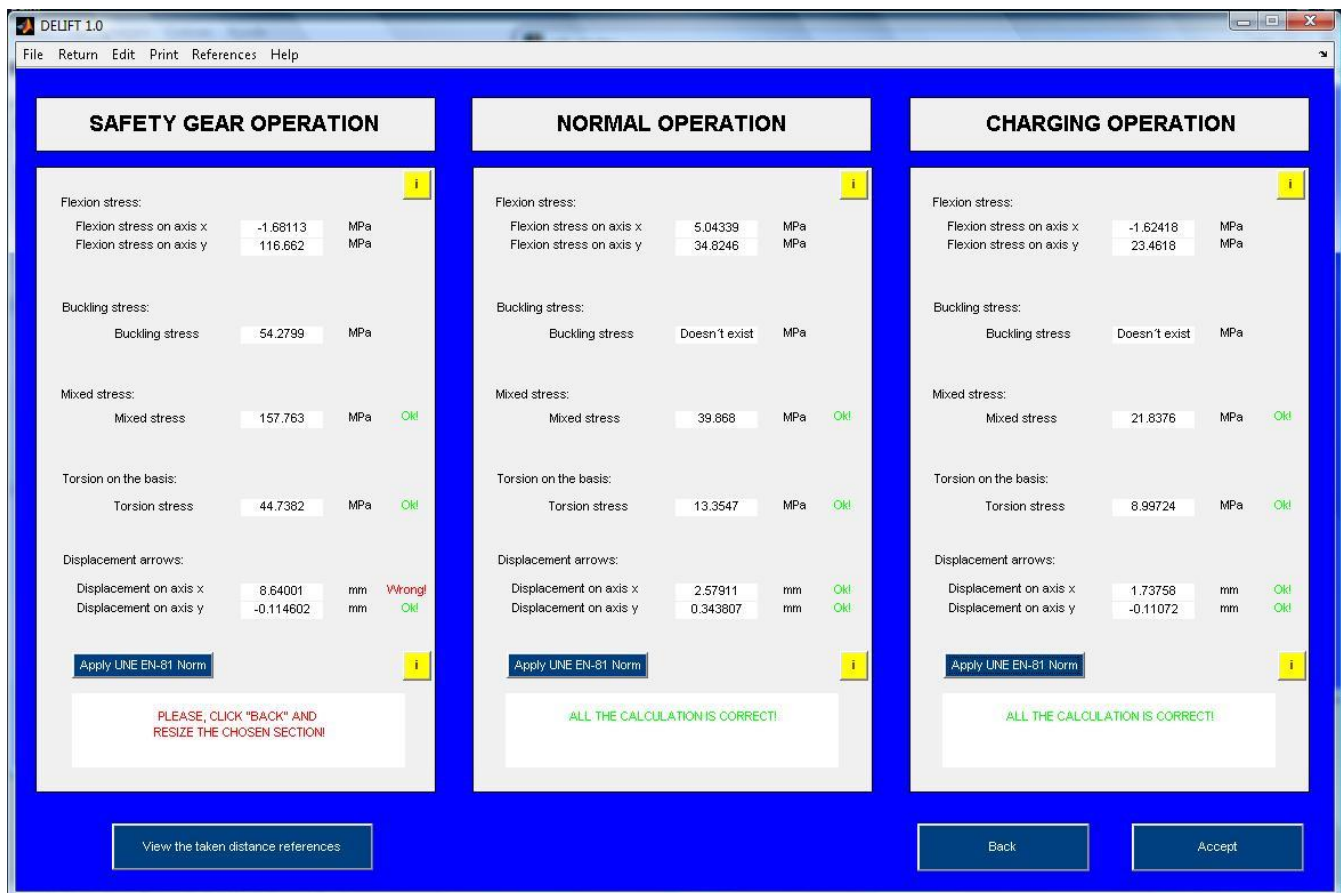


Figura 6.3: Obtención de resultados erróneos

Como se muestra en la figura 6.3, con este tipo de perfil el desplazamiento de la guía sobre el eje X para el caso de “actuación del paracaidas” es superior a 5 mm (máximo permitido por la Norma UNE-EN 81).

El programa pide un redimensionamiento del perfil elegido. Para ello se vuelve a la página de selección de perfiles, donde la nueva elección es la siguiente:

Tipo de sección:	T114/B
------------------	--------

Los demás datos permanecen inalterables (figura 6.4). En la figura 6.5 se muestran los resultados finales tras el redimensionamiento de la guía.

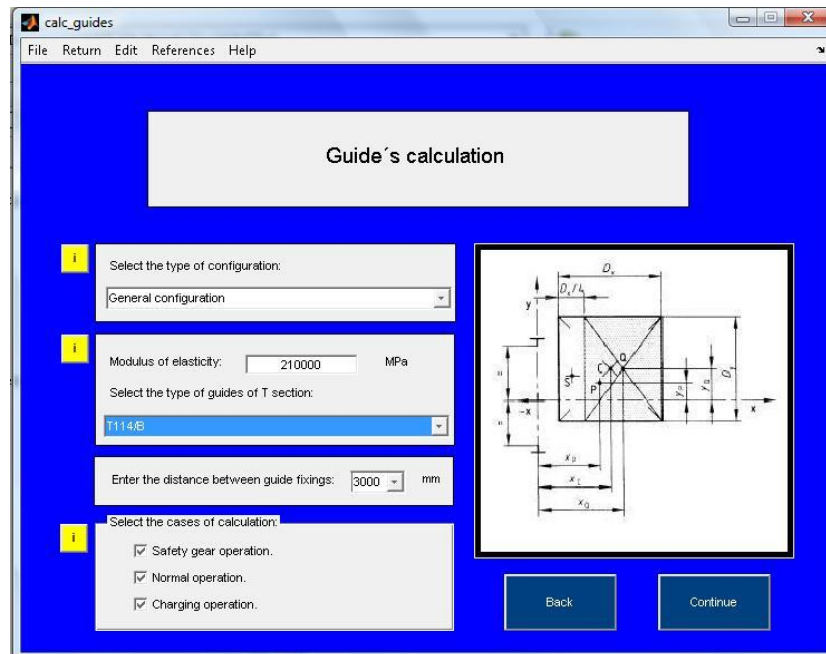


Figura 6.4: Redimensionado del perfil por uno mayor, T114/B

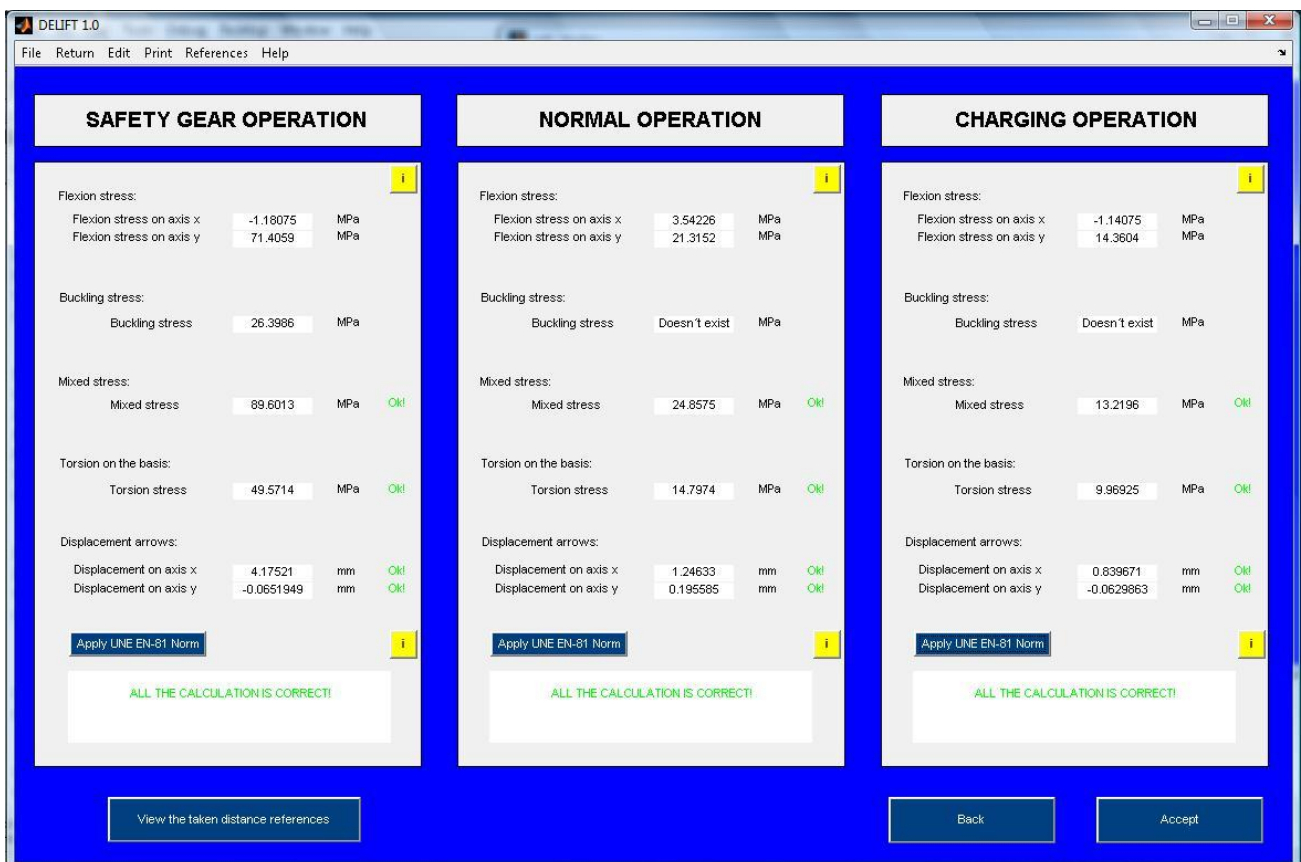


Figura 6.5: Obtención de resultados satisfactorios

Volviendo a proceder al cálculo de los mismos, esta vez satisfactorios, se toma la determinación de dimensionar las guías para el ascensor con un perfil mínimo T114/B.

En la figura 6.6 se muestran las medidas reales de la cabina dimensionada del ascensor, así como las diferentes distancias de los centros de masas aplicados. Estos datos serán de especial relevancia en el apartado siguiente donde se comparan los resultados de DELIFT 1.0 con un programa externo que verifique su correcto funcionamiento.

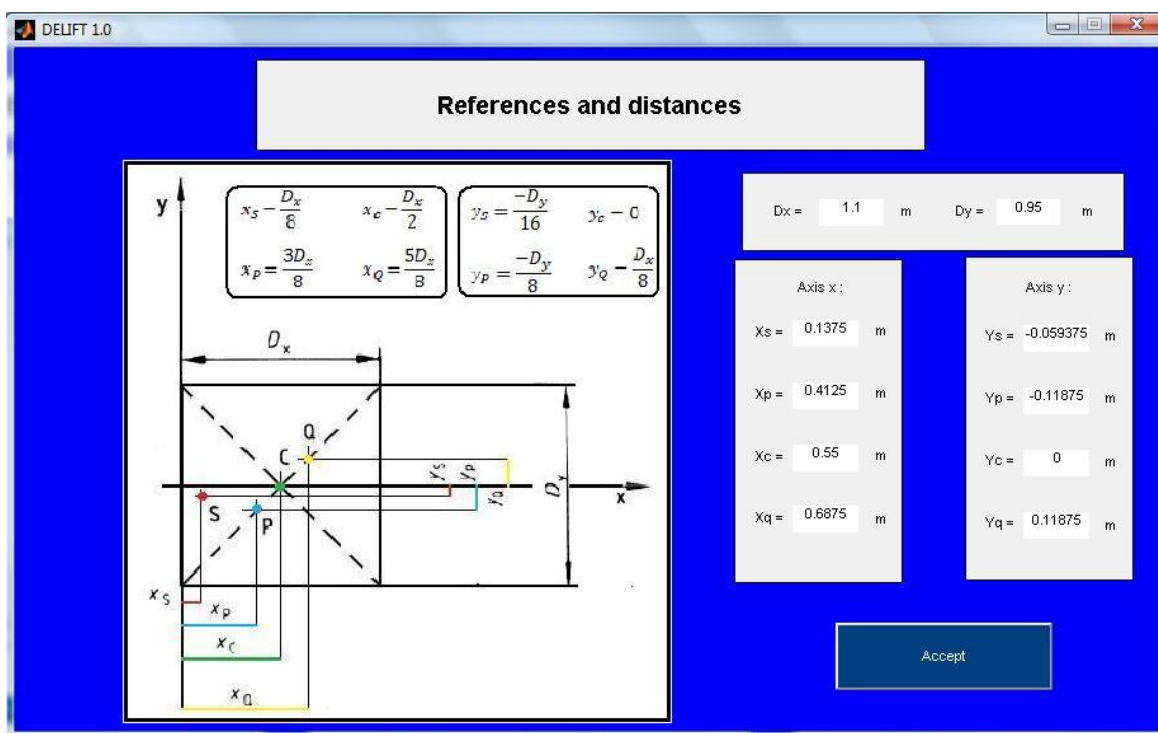


Figura 6.6: Dimensiones empleadas

En el apartado referente al cálculo de cables, se ha seleccionado:

- Una suspensión de polea simple, relación 1:1.
- Cables de tipo 8x19, con diámetro de 10 mm.

Los resultados obtenidos con estos datos por parte de DELIFT 1.0 han sido, como se puede ver en la figura 6.7:

Número necesario de cables: 3
 Coeficiente de seguridad aplicado: 12

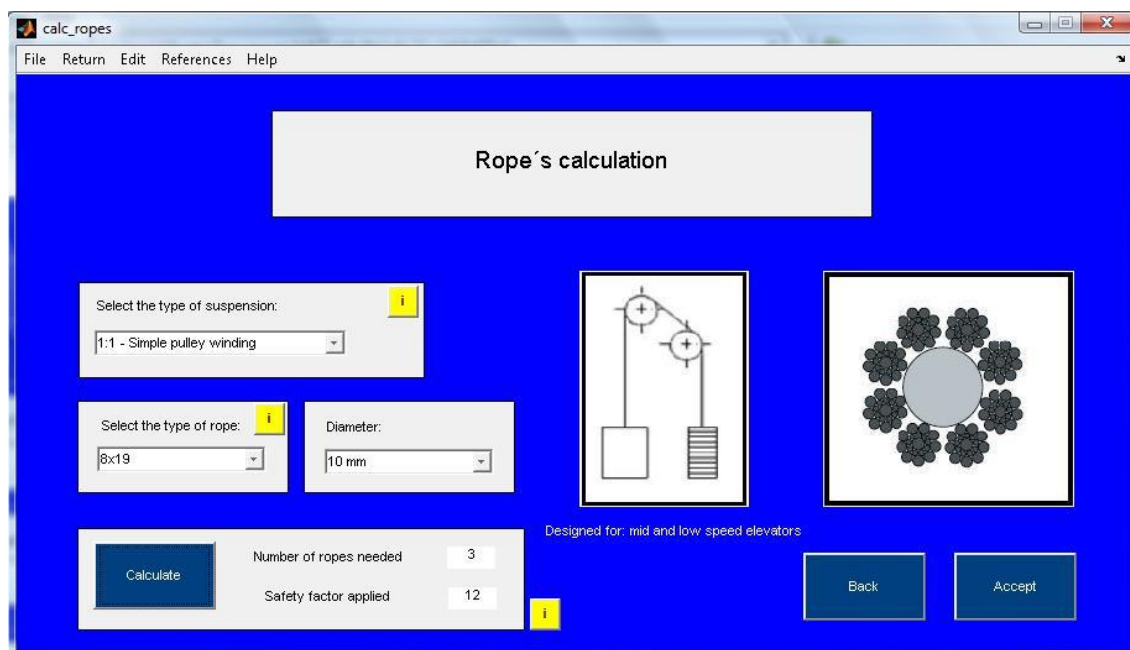


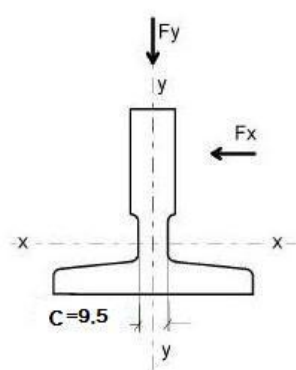
Figura 6.7: Obtención de resultados en el apartado de cables

6.1.2 Paso 2: Comprobación de los cálculos realizados

En este apartado se procederá a recalcular los datos hallados anteriormente con el programa, con el especial interés de que estos coincidan con los anteriores. Para ello se parte del perfil mínimo adoptado como válido por DELIFT 1.0, el T114/B. Tanto sus características técnicas como sus características mecánicas, se pueden ver en las figuras 6.8 y 6.9, respectivamente.

Características técnicas									
	Sección Section cm 2	Peso Weight kg/m	e cm	I _{xx} cm 4	W _{xx} cm 3	i _{xx} cm	I _{yy} cm 4	W _{yy} cm 3	i _{yy} cm
T114/B	20,89	16,4	2,865	179,3	29,7	2,93	108,6	19,05	2,28

Figura 6.8: Características técnicas perfil T114/B



Características Mecánicas / Mechanical Characteristics			
	Carga de rotura Breaking point N/mm ²	Límite elástico Yield point N/mm ² min.	Alargamiento Elongation % min.
Hongo ≤ 16mm Blade ≤ 16mm	410 - 520	275	22

Figura 6.9: Características mecánicas perfil T114/B

Estos datos han sido tabulados directamente de las tablas del catálogo de la empresa Savera Group, empresa fabricante de las mismas [12].

Se establece de esta manera una carga de rotura máxima de 520 MPa, puesto que se encuentra dentro de los límites de las tablas que posteriormente se emplearán para el cálculo del pandeo.

Acudiendo a la Norma UNE-EN 81, se observa que a todos los perfiles que cumplen con la Norma ISO 7465 se les puede aplicar directamente la tabla 6.1, extraída del apartado apartado 10.1.2.1 de la citada Normativa UNE-EN 81.

Tabla 6.1: Esfuerzos admisibles por la Norma UNE-EN 81

Casos de carga	R_m		
	370	440	520
Carga en uso normal	165	195	230
Funcionamiento del paracaídas	205	244	290

Estableciéndose los siguientes datos de manera concluyente:

Tensión máxima admisible durante la actuación del paracaídas:	290	MPa
Tensión máxima admisible cuando no actúa el paracaídas:	230	MPa
Desplazamiento máximo en cualquiera de los ejes:	5	mm

Por otro lado, teniendo en cuenta que se trata de un edificio de viviendas unifamiliares, de 10 plantas y 300 m² construidos, se acude a la Normativa Técnica de la Edificación (ANEXO A), con el objetivo de saber el número de ascensores necesarios y el tipo de los mismos (figura 6.10).

Equipos ascensores en edificios de viviendas

n.º de plantas

Número de plantas servidas por el ascensor sin contar sótanos

m² construidas por planta

n.º y equipo ascensor

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	N.º	Equipo
Superficie media construida en cada planta en m²	1020	820	656	570	488	400	320	250	190	140	100	70	50	35	25	18	14	1	ITA 1
	1670	1080	745	515	331	295	232	180	140	100	70	50	35	25	18	14	1	ITA 2	
	1920	1420	1080	745	515	331	232	180	140	100	70	50	35	25	18	14	2	ITA 1	
	1570	1020	835	656	515	412	354	306	267	228	190	150	110	80	60	40	2	ITA 2	
	1400	1130	906	730	609	496	412	342	283	224	175	126	97	78	60	40	2	ITA 3	
	1620	1300	1100	880	730	606	514	430	354	283	224	175	126	97	78	60	2	ITA 4	
	2270	1660	1300	980	795	643	531	460	390	320	250	190	140	100	70	50	3	ITA 2	
	1520	1220	1000	810	673	560	460	373	303	244	195	146	107	80	60	40	3	ITA 3	
	1740	1420	1180	980	834	730	625	541	460	380	300	220	160	110	80	60	3	ITA 4	
	1250	1030	836	642	500	400	320	250	190	140	100	70	50	35	25	18	4	ITA 2	
	1980	1620	1300	1108	900	740	610	500	410	330	260	200	150	110	80	60	4	ITA 3	
	1560	1340	1180	1030	880	770	660	550	440	330	220	160	110	80	60	40	4	ITA 4	
	1780	1520	1330	1180	1000	850	720	600	500	400	300	200	150	100	70	50	4	ITA 5	

^ Equipo excesivo

v Equipo insuficiente

Figura 6.10: Normativa Técnica de la Edificación. Número de ascensores

Son necesarios dos ascensores catalogados dentro del tipo 2. En la figura 6.11 se pueden ver todos los datos técnicos asociados al mismo. En este caso, el masa del ascensor, incluyendo peso del equipo, elementos de suspensión y sobrecargas dinámicas es de:

$$P = 450 \text{ kg}$$

Por otra parte, debido al conocimiento de que su velocidad nominal es de 1 m/s y acudiendo de nuevo a la Norma UNE-EN 81, se sabe que se necesita un “paracaídas de acumulación de energía”, que establece que:

$$k_1 = 3$$

$$k_2 = 1.2$$

Se consideran datos de carácter general:

Distancia entre guideras = 2.8 m

Aceleración normal de la gravedad = 9.8 m/s²

Número de guías = 2

**ITA-2 Equipo ascensor
5/1,00 N-H**

Carga nominal: 400 kg.
Velocidad nominal: 1,00 m/s.
Número de paradas: N.
Recorrido total en metros: H.
Grupo tractor accionado por motor de corriente alterna, de dos velocidades.
Número de conexiones hora: 120.
Chasis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:
Dimensiones interiores en planta: 110 × 95 cm.
Altura libre: 220 cm.
Paso libre de puertas: 80 cm.
Altura de puertas: 200 cm.
Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.
Acabado interior de paredes y techo con pintura al óleo sintético. Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.
Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 40 W.
Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 140 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:
uno de mando por planta servida
uno de parada de emergencia
uno de alarma.
Señalizador luminoso de posición del camarín.
Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.
Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Seale.
Este equipo incluye el sistema paracaídas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

Figura 6.11: Datos técnicos de ITA-2

Por último, adoptando el sistema de referencia mostrado en la figura 6.12 y siendo:

$$D_x = 1.1 \text{ m} ; D_y = 0.95 \text{ m}$$

Se procede a calcular todos y cada uno de los esfuerzos en los tres casos de operación. Las ecuaciones originales pueden ser consultadas en el apartado 3.2.2.

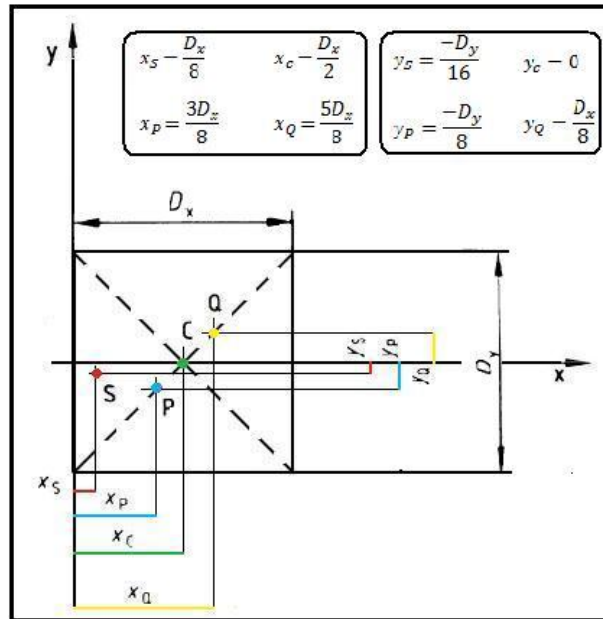


Figura 6.12: Sistema de referencia

6.1.2.1 Caso 1: Funcionamiento de un componente de seguridad

a) Cálculo del esfuerzo de flexión

- Esfuerzo de flexión con respecto al eje Y:

$$F_x = \frac{3 \cdot 9.8 \cdot (400 \cdot 0.6875 + 450 \cdot 0.4125)}{2 \cdot 2.8} = 2418.28 \text{ N}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot 2418.28 \cdot 3000}{16} = 1360282.5 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_y = \frac{1360282.5}{19050} = 71.4059 \text{ MPa}$$

- Esfuerzo de flexión con respecto al eje X:

$$F_y = \frac{3 \cdot 9.8 \cdot (400 \cdot 0.11875 + 450 \cdot (-0.11875))}{\frac{2}{2} \cdot 2.8} = -62.344 \text{ N}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot (-62.344) \cdot 3000}{16} = -35068.5 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_x = \frac{-35068.5}{29700} = -1.18075 \text{ MPa}$$

.b) Cálculo del esfuerzo de pandeo

$$F_k = \frac{3 \cdot 9.8 \cdot (400 + 450)}{2} = 12495 \text{ N}$$

$$\sigma_k = \frac{12495 \cdot 4.3853}{2089} = 26.23 \text{ MPa}$$

$$\lambda = \frac{3000}{22.8} = 131.579$$

Para un acero de resistencia a la tracción $R_m=520 \text{ N/mm}^2$, “omega” se calcula directamente:

$$\omega = 0.00025330 \cdot 131.579^{2.00} = 4.3853$$

c) Cálculo de los esfuerzos combinados

$$\sigma_m = 71.4059 - 1.18075 = 70.225 \text{ MPa} \leq \sigma_{\text{perm}} = 290 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c = 26.23 + 0.9 \cdot 70.225 = 89.43 \text{ MPa} \leq \sigma_{\text{perm}} = 290 \text{ MPa}$$

d) Cálculo de la torsión de la base de la guía

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot 2418.28^3}{9.5^2} = 49.5714 \text{ MPa} \leq \sigma_{\text{perm}} = 290 \text{ MPa}$$

e) Cálculo de las flechas.

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{2418.28 \cdot 3000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 1086000} = 4.1752 \text{ mm} \leq \delta_{\text{perm}} = 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{(-62.344) \cdot 3000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 1793000} = -0.065 \text{ mm} \leq \delta_{\text{perm}} = 5 \text{ mm}$$

6.1.2.2 Caso 2: Utilización normal, funcionamiento

a) Cálculo del esfuerzo de flexión

- Respecto al eje Y:

$$F_x = \frac{1.2 \cdot 9.8 \cdot 400 \cdot 0.6875 - 0.1375 + 450 \cdot (0.4125 - 0.1375)}{2 \cdot 2.8} = 721.875 \text{ N}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot 721.875 \cdot 3000}{16} = 406054.6875 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_y = \frac{406054.6875}{19050} = 21.315 \text{ MPa}$$

- Respecto al eje X:

$$F_y = \frac{1.2 \cdot 9.8 \cdot 400 \cdot 0.11875 + 0.059375 + 450 \cdot (-0.11875 + 0.059375)}{\frac{2}{2} \cdot 2.8} = 187.031 \text{ N}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot 187.031 \cdot 3000}{16} = 105204.9375 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_x = \frac{105204.9375}{29700} = 3.54225 \text{ MPa}$$

b) Cálculo del esfuerzo de pandeo

No aparecen este tipo de esfuerzos en el funcionamiento normal.

c) Cálculo de los esfuerzos combinados

$$\sigma_m = 3.54225 + 21.315 = 24.857 \text{ MPa} \leq \sigma_{\text{perm}} = 230 \text{ MPa}$$

d) Cálculo de la torsión en la base

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot 721.875}{9.5^2} = 14.7974 \text{ MPa} \leq \sigma_{\text{perm}} = 230 \text{ MPa}$$

e) Cálculo de las flechas.

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{721.875 \cdot 3000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 1086000} = 1.2463 \text{ mm} \leq \delta_{\text{perm}} = 10 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{187.031 \cdot 3000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 1793000} = 0.1955 \text{ mm} \leq \delta_{\text{perm}} = 10 \text{ mm}$$

6.1.2.3 Caso 3: Utilización normal, carga

a) Cálculo del esfuerzo de flexión

- Respecto al eje Y:

$$F_s = 0.4 \cdot 9.8 \cdot 400 = 1568 \text{ N}$$

$$F_x = \frac{9.8 \cdot 450 \cdot 0.4125 - 0.1375 + 1568 \cdot (1.1 - 0.1375)}{2 \cdot 2.8} = 486.0625 \text{ N}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot 486.0625 \cdot 3000}{16} = 273410.1563 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_y = \frac{273410.1563}{19050} = 14.352 \text{ MPa}$$

- Respecto al eje X:

$$F_y = \frac{9.8 \cdot 450 \cdot -0.11875 + 0.059375 + 1568 \cdot (0.059375)}{\frac{2}{2} \cdot 2.8} = -60.2656 \text{ N}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot (-60.2656) \cdot 3000}{16} = -33899.4 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_x = \frac{-33899.4}{29700} = -1.1414 \text{ MPa}$$

b) Cálculo del esfuerzo de pandeo

No aparecen este tipo de esfuerzos en el funcionamiento normal del proceso de carga.

c) Cálculo de los esfuerzos combinados

$$\sigma_m = -1.1414 + 14.352 = 13.2106 \text{ MPa} \leq \sigma_{\text{perm}} = 230 \text{ MPa}$$

d) Cálculo de la torsión en la base.

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot 486.0625}{9.5^2} = 9.9636 \text{ MPa} \leq \sigma_{\text{perm}} = 230 \text{ MPa}$$

e) Cálculo de las flechas.

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{486.0625 \cdot 3000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 1086000} = 0.8392 \text{ mm} \leq \delta_{\text{perm}} = 10 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{-60.2656 \cdot 3000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 1793000} = -0.063 \text{ mm} \leq \delta_{\text{perm}} = 10 \text{ mm}$$

6.1.2.4 Comprobación del cálculo de cables

Para verificar si el software DELIFT 1.0 ha aplicado correctamente las ecuaciones dictadas por la Normativa española UNE-EN 81 [7] referentes al cálculo de cables, se procederá de nuevo a la aplicación de las mismas con los datos introducidos en el programa.

Se sabe que la condición que deberá cumplir para su perfecto funcionamiento es:

$$s \cdot \text{Carga soportada por el cable (N)} \leq \text{Carga de rotura en el cable (N)},$$

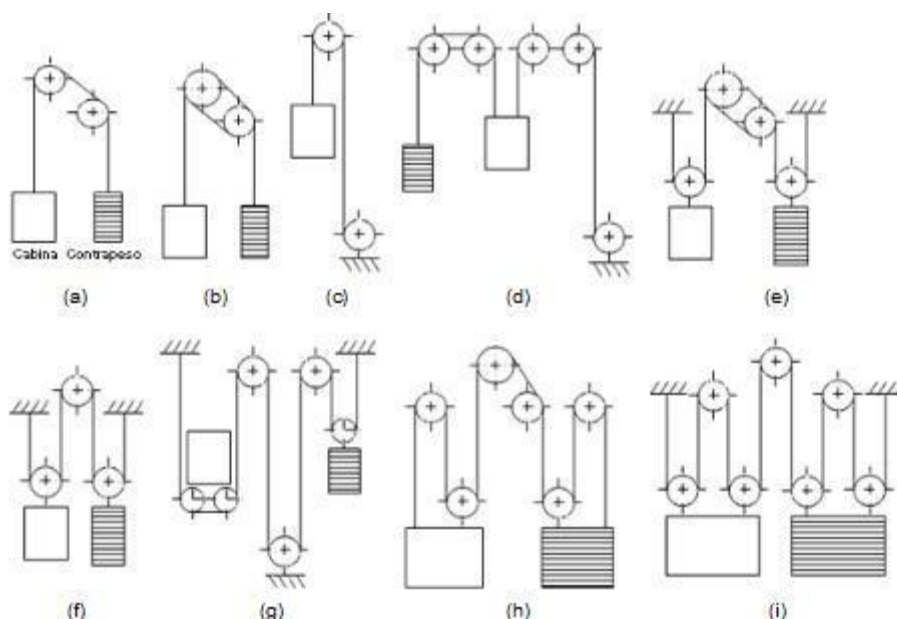
siendo “s” el coeficiente de seguridad. Por otro lado, la longitud del cable se aproxima mediante la siguiente hipótesis:

$$\text{Longitud del cable} = \text{distancia recorrida} - \text{altura de la cabina}$$

$$\text{Longitud del cable} = 30 \text{ m} - 2.2 \text{ m} = 27.8 \text{ m}$$

Acudiendo a la información proporcionada por el fabricante Mitsubishi Elevators [12], el tipo de suspensión elegida ha sido la óptima para tipos de ascensores de media y baja velocidad, en la figura 6.13 aparece representada como “a) *Semienrrollado (solo enrollado)*”. La cual presenta un coeficiente de suspensión 1:1 o, lo que es lo mismo:

$$i = 1$$



Sistemas de suspensión:

Fig.	Suspensión	Arrollamiento	Uso principal
a	1:1	Polea de simple arrollamiento	Ascensores de velocidad media y baja
b	1:1	Polea de doble arrollamiento	Ascensores de alta velocidad
c	1:1	Tambor	Ascensores de uso doméstico
d	1:1	Tambor	Ascensores pequeños de baja velocidad
e	2:1	Polea de doble arrollamiento	Ascensores de alta velocidad
f	2:1	Polea de simple arrollamiento	Ascensores de carga
g	2:1	Polea de simple arrollamiento	Ascensores sin sala de máquinas
h	3:1	Polea de simple arrollamiento	Ascensores de carga de gran tamaño
i	4:1	Polea de simple arrollamiento	Ascensores de carga de gran tamaño

Figura 6.13 Sistemas de suspensión

Por otro lado, el cable seleccionado por el usuario ha sido un cable de resistencia dual, del fabricante Brugg Lifting [19], concretamente el tipo 8x19, representado en la figura 6.14.

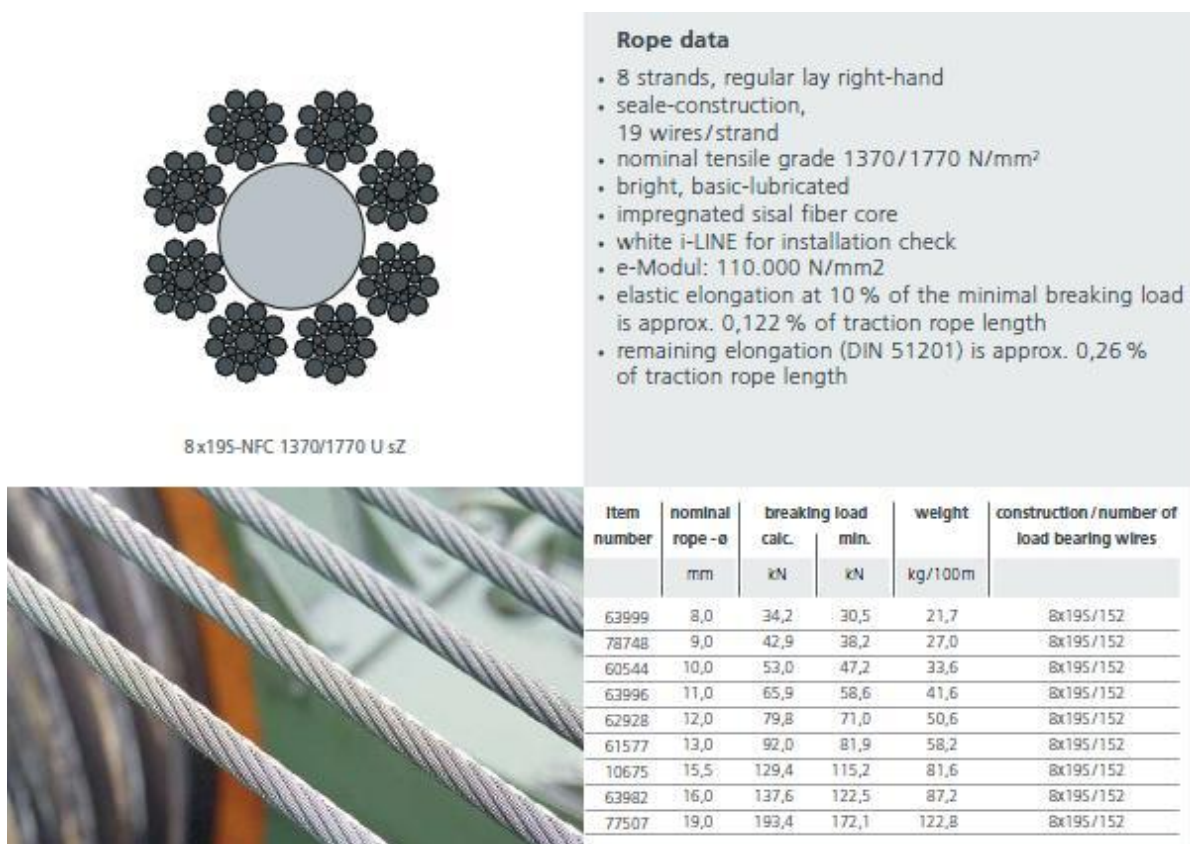


Figura 6.14 Cable dual tipo 8x19

Teniéndose en cuenta también, que el diámetro escogido ha sido el de 10 mm, se tienen las siguientes características asociadas al cable:

- Peso: 33.6 kg/100m

Como el recorrido es de 27.8 m, el peso resultante del cable es:

$$\text{Peso} = 9.3408 \text{ kg}$$

- Carga de rotura mínima = 47200 N

Por otra parte, los datos que se van a emplear en el cálculo sobre el ascensor ya utilizados anteriormente son:

- Peso del ascensor = 450 kg
- Capacidad nominal del ascensor = 400 kg
- Aceleración de la gravedad = 9.8 m/s^2

Para proceder al cálculo, se establece una primera suposición en la que el coeficiente de seguridad a aplicar será 16. Esto deriva de la Normativa UNE-EN 81 y lo referente a los cálculos de cables, detallados en el apartado 3.3 del presente proyecto. De esta manera, aplicando la ecuación 3.41, se tiene:

$$16 \cdot \text{Carga soportada por el cable (N)} \leq 47200 \text{ (N)}$$

Obteniéndose como resultado:

$$\text{Carga soportada por el cable} \leq 2950 \text{ N}$$

A continuación se procede a la introducción de los datos en la ecuación 3.42, a excepción del número de cables, objeto de nuestro análisis:

$$2950 = \frac{400 + 450}{n \cdot 1} + 9.3408 \cdot 9.8$$

Despejando la variable “n”, el resultado y las conclusiones derivadas de él son las siguientes:

$$n = 2.2$$

El número de cables necesarios del tipo 8x19 se aproxima a 3. Este resultado, basandose en la Normativa UNE-EN 81 [6] y como se explicó en el apartado 3.3, fuerza al diseñador a adoptar un coeficiente de seguridad de 12, por lo que los resultados finales son:

- Número de cables = 3

- Coeficiente de seguridad = 12

Respaldando el cálculo realizado por DELIFT 1.0.

Puede afirmarse así que, tras este proceso manual de cálculo y despues de corroborar todos los datos obtenidos, DELIFT 1.0 es una herramienta perfectamente válida para su uso en el ámbito del cálculo de guías y cables para un ascensor.

6.2 Herramientas externas que fundamentan el software DELIFT 1.0

En este apartado, se va a realizar de nuevo la comprobación de la veracidad del cálculo de DELIFT 1.0 mediante otro programa externo. Este programa es la aplicación que Savera Group, el fabricante de las guías para los ascensores y cuyos datos han sido aplicados desde el comienzo, posee en su propia web, [12] (figura 6.15).

Este programa, como se verá a continuación, realiza los cálculos oportunos para dimensionar las guías que necesitaría un hipotético ascensor a la hora de su construcción. La idea de nuevo es introducir los datos del ejemplo y ver si el resultado se corresponde con la sección T que DELIFT 1.0 había dimensionado tras la iteración pertinente.

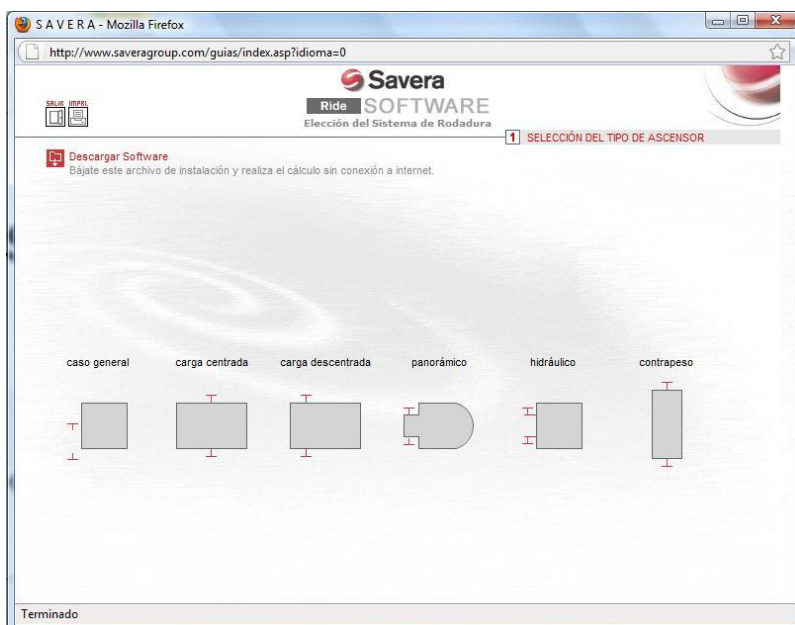
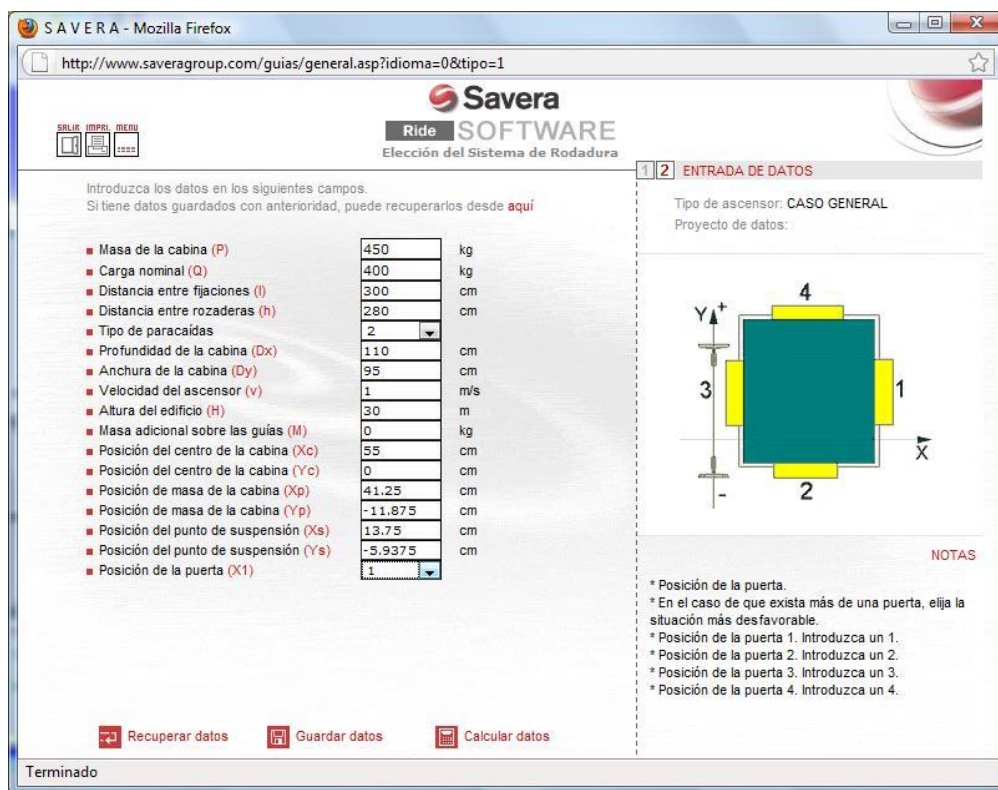


Figura 6.15: Menu principal de la aplicación de Saveria



SAVERA - Mozilla Firefox

http://www.saveragroup.com/guias/general.asp?idioma=0&tipo=1

Saveragroup
Ride SOFTWARE
Elección del Sistema de Rodadura

1 2 ENTRADA DE DATOS

Tipo de ascensor: CASO GENERAL
Proyecto de datos:

Introduzca los datos en los siguientes campos.
Si tiene datos guardados con anterioridad, puede recuperarlos desde [aquí](#)

- Masa de la cabina (P) 450 kg
- Carga nominal (Q) 400 kg
- Distancia entre fijaciones (l) 300 cm
- Distancia entre rozaderas (h) 280 cm
- Tipo de paracaidas 2
- Profundidad de la cabina (Dx) 110 cm
- Anchura de la cabina (Dy) 95 cm
- Velocidad del ascensor (v) 1 m/s
- Altura del edificio (H) 30 m
- Masa adicional sobre las guías (M) 0 kg
- Posición del centro de la cabina (Xc) 55 cm
- Posición del centro de la cabina (Yc) 0 cm
- Posición de masa de la cabina (Xp) 41.25 cm
- Posición de masa de la cabina (Yp) -11.875 cm
- Posición del punto de suspensión (Xs) 13.75 cm
- Posición del punto de suspensión (Ys) -5.9375 cm
- Posición de la puerta (X1) 1

Diagrama de la cabina con guías y puertas:

NOTAS

- * Posición de la puerta.
- * En el caso de que exista más de una puerta, elija la situación más desfavorable.
- * Posición de la puerta 1. Introduzca un 1.
- * Posición de la puerta 2. Introduzca un 2.
- * Posición de la puerta 3. Introduzca un 3.
- * Posición de la puerta 4. Introduzca un 4.

Recuperar datos Guardar datos Calcular datos

Terminado

Figura 6.16: Introducción de los datos del ejemplo

Una vez introducidos los datos del mismo ejemplo realizado hasta el momento, en el que fundamentalmente se manejan distancias (figura 6.16), se procede a dimensionar las guías con los perfiles T que van a ser necesarios.

El resultado, mostrado en la figura 6.17, demuestra una vez más que DELIFT 1.0 se ajusta por completo a la realidad. El programa de Saveragroup indica que el menor perfil que aguantaría el ascensor del ejemplo sería un perfil T114/B y a partir de ahí todos los restantes pertenecientes a su producción.

De manera que un perfil T114/B sería la mejor opción para este caso, tal y como se había calculado en el apartado 6.1.1 y comprobado previamente en el apartado 6.1.2.

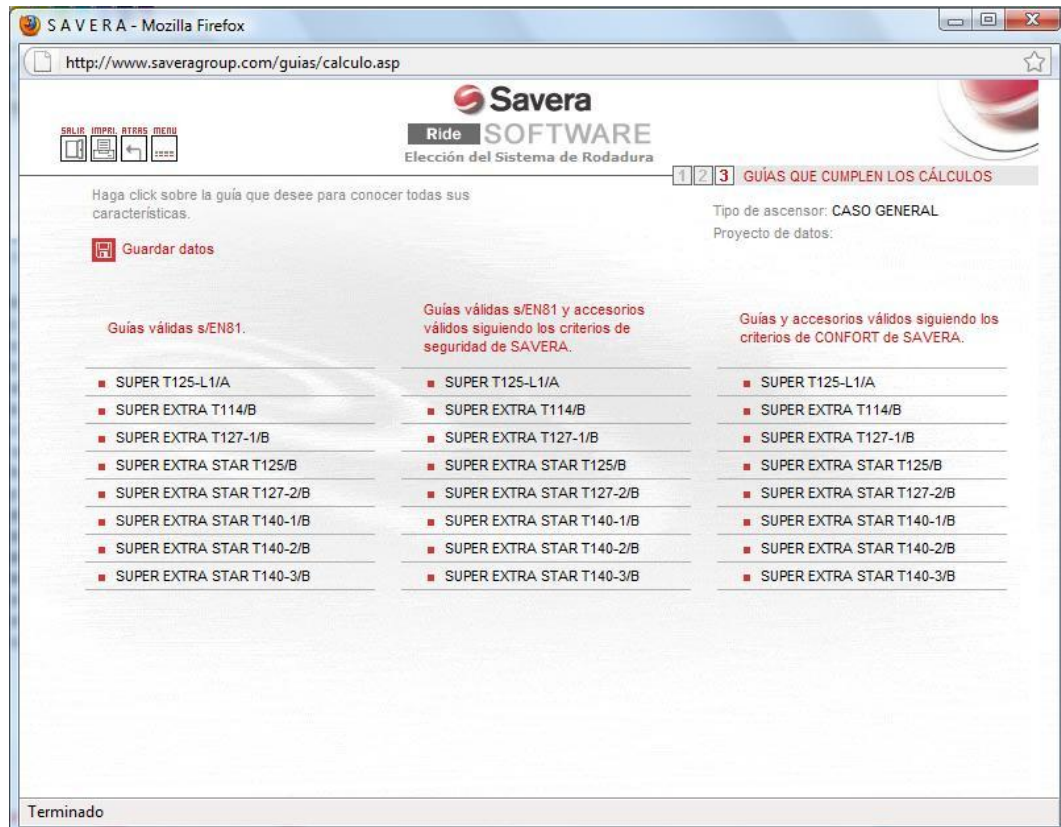


Figura 6.17: Obtención de las secciones válidas para el caso concreto

Capítulo 7

Conclusiones y trabajos futuros

Las principales conclusiones que se extraen de los diversos estudios y análisis realizados con la realización del presente proyecto, son:

1. **Se ha realizado un correcto aprendizaje en el conocimiento y aplicación del lenguaje de programación MATLAB** y más concretamente de su herramienta de creación de interfaces de usuario, GUIDE. Manejando para la creación de DELIFT 1.0 bucles, numerosas condiciones, variables globales y diferentes estructuras de datos para almacenar todo tipo de datos en memoria y su posterior aplicación en las funciones necesarias.
2. **Se ha obtenido un conocimiento global** de los elementos mecánicos principales que integran un ascensor y de las diferentes funciones y cometidos que estos desempeñan. Profundizando en el apartado de los cables y guías necesarias y los cálculos pertinentes para su dimensionamiento.
3. **Se ha aplicado correctamente la NORMATIVA UNE-EN 81** en su cometido de ser el referente del cálculo de las guías y los cables del ascensor. Demostrando todo el proceso empírico en función de los diferentes casos de estudio pertinentes y en la correcta obtención de los resultados. Esto último contrastado a través de herramientas externas que apoyan la veracidad del software programado como ha sido la aplicación online de la empresa Savera, fabricante de las guías estudiadas en este proyecto.

Por otro lado, tras alcanzar los objetivos marcados con la programación de DELIFT 1.0, quedan abiertas una serie de estudios que no han sido objeto de este proyecto y que se proponen contemplan como desarrollo futuro del mismo:

1. Se propone realizar el cálculo de la presión del cable sobre la polea, de manera que se pueda reducir el coeficiente de seguridad, excesivamente alto debido a que incluye esta omisión, aplicado para su cálculo en esta versión de DELIFT.
2. Proseguir con el desarrollo y ampliación de los campos existentes en el programa, proponiéndose los apartados del cálculo de poleas, potencia del grupo tractor a utilizar, intervalos de tiempo invertidos en los trayectos en función del tipo de edificio seleccionado, distancia requerida para el frenado por los diferentes tipos de paracaídas calculados y cálculo de los amortiguadores necesarios; entre los posibles candidatos.
3. Extender la aplicación de DELIFT al cálculo de ascensores hidráulicos mediante la aplicación de la Normativa UNE-EN 81.

Capítulo 8

Bibliografía

- [1] MIRAVETE, Antonio. LARRODÉ, Emilio. *El libro del transporte vertical*; 1ª ed. Zaragoza: Ed. Miravete, Centro Politécnico Superior, Universidad de Zaragoza, 1996, 487 p.
- [2] AENOR. *Normas de seguridad para la construcción e instalación de los ascensores*, UNE-EN 81-2. Asociación Española de Normalización y Certificación, 1999.
- [3] LASHERAS ESTEBAN, José María. *Ascensores y escaleras mecánicas*, 1ª ed. Vizcaya: Edicions Cedel, 1980, 840 p.
- [4] MIRAVETE, Antonio. *Aparatos de elevación y transporte*. Ed Miravete 1994, 487 p.
- [5] BANGASH, M.Y.H. BANGASH, T. *Lifts, Elevators, Escalators and Moving Walkways/Travelators*. 1a ed. Londres: Taylor & Frances, LTD. 2007, 358p.
- [6] SANCHEZ GONZALEZ, Alejandro. *Apuntes de la asignatura "Ingeniería del transporte" de la titulación Ingeniería Industrial*. Universidad Carlos III de Madrid, Escuela Politécnica, 2010, 70 p.
- [7] AENOR. *Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores, Parte 1: Ascensores eléctricos*. UNE-EN 81-1:2001+A3. Asociación española de normalización y certificación, Junio 2010.
- [8] MINISTERIO DE LA VIVIENDA. *Normativa Técnica de la Edificación. Instalación Técnica de Ascensores*. NTE-ITA, 1973.
- [9] JANOVSKEY, L. *Elevator Mechanical Design: Principles and Concepts*. 2a ed. Chichester: Ellis Horwood Limited, Series in Mechanical Engineering, 1993.
- [10] BARRAGÁN GUERRERO, Diego Orlando. *Manual de interfaz gráfica de usuario en MATLAB, parte 1*. Web: <http://www.matpic.com/>, 2008. Accedido en Agosto 2011.
- [11] <http://www.mathworks.es/index.html>, accedido en Julio 2011.
- [12] <http://www.saveragroup.com/caste/home.html>, accedido en Agosto 2011.
- [13] <http://mithsubishi-elevators.com/en/index.html>, accedido en Agosto 2011.
- [14] <http://www.otis.com/site/es-esl/Pages/AscensoresOtis.aspx>, accedido en agosto 2011.
- [15] <http://www.thyssenkruppelevator.com/>, accedido en agosto 2011.

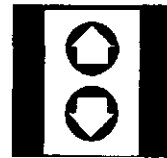
- [16] <http://www.schindler.es/>, accedido en Agosto 2011.
- [17] [http://www.kone.com/countries/es es/Pages/default.aspx](http://www.kone.com/countries/es_es/Pages/default.aspx), accedido en Agosto 2011.
- [18] <http://www.dynatech-elevation.com/index.php/mod.pags/mem.est/p.inicio/chk.7b2e03dd9075b43e179979a2fd31c941.html>, accedido en Agosto 2011.
- [19] http://www.brugglifting.com/site/index.cfm/id_art/62008/vsprache/EN, accedido en Agosto 2011.
- [20] DigiPara Gmbh. *LIFTdesigner* (software privado) Version: 5.2.22.0. Pulheim: Lise-Meitner-Straße 18. <http://www.liftdesigner.com>.
(actualizado el 23/11/2007).

ANEXO A

NORMATIVA TÉCNICA DE LA EDIFICACION **INSTALACIÓN TÉCNICA DE ASCENSORES** **(NTE-ITA)**

Ascensores

Lifts. Design



1
ITA

1973

1. Ambito de aplicación

Instalaciones de ascensores de subida y bajada en edificios de uso residencial, oficinas, hoteles y hospitales, con población uniformemente repartida, para un número de plantas servidas por el ascensor no superior a 20, con paradas en todas ellas.

2. Información previa

Arquitectónica

Número de plantas y altura entre ellas.

Superficie construida de cada planta en edificios de viviendas y oficinas.

Número medio de camas por planta en hoteles, apartamentos turísticos y residencias.

Número total de camas en hospitales.

3. Criterio de diseño

Será precisa la utilización de ascensores:

En edificios de viviendas, cuando la altura entre la cota de acera a eje del portal y la cota de pavimento de la última planta supere los 10,75 m.

En edificios de apartamentos y residencias con 3 ó más plantas por encima de la de acceso.

En edificios de oficinas con 3 ó más plantas por encima de la de acceso.

En hoteles con 3 ó más plantas sobre la de acceso.

En hospitales con 1 ó más plantas sobre la de acceso.

La instalación de ascensores de un edificio estará formada, siempre que sea posible, por equipos ascensores de iguales características de carga y de velocidad, que sirvan a las mismas plantas y con maniobra común, dispuestos en un solo núcleo situado próximo al centro de la planta del edificio.

Los equipos ascensores utilizados en lugares que, por su uso, queden totalmente deshabitados de forma periódica, llevarán instalado en cada camarín, un teléfono conectado con un centro de socorro permanente.

El timbre de alarma se situará de forma que la señal se produzca en un lugar frecuentado por personas.

ITA-Recinto A-B-C-D-E-H

Es el conducto vertical para el desplazamiento del camarín.

En cada recinto se instalará un solo camarín con su contrapeso.

El recinto se prolongará, como mínimo, hasta la solera de la planta más baja en su proyección vertical.

Las paredes del recinto serán de superficie continua.

Las puertas de acceso al recinto no estarán a la intemperie, irán situadas en el mismo paramento y tendrán libre comunicación con la caja de escalera.

El desembarque no se hará directamente al interior de las viviendas.

El recorrido vertical entre paradas sucesivas será, como mínimo, de 2,40 m. Si el ascensor diera servicio a plantas espaciadas más de 10 m sin detenciones intermedias, se intercalarán en el recorrido puertas de socorro.

El acceso al foso podrá hacerse directamente desde la puerta inferior del recinto, cuando la profundidad del mismo sea igual o menor a 1,30 m. En caso contrario deberá preverse una escalera fuera de la proyección vertical del recinto. Si existiese una planta más baja, a la cual no sirviese el ascensor, el acceso al foso podrá hacerse a través de una puerta, situada en ella, con apertura hacia el exterior.

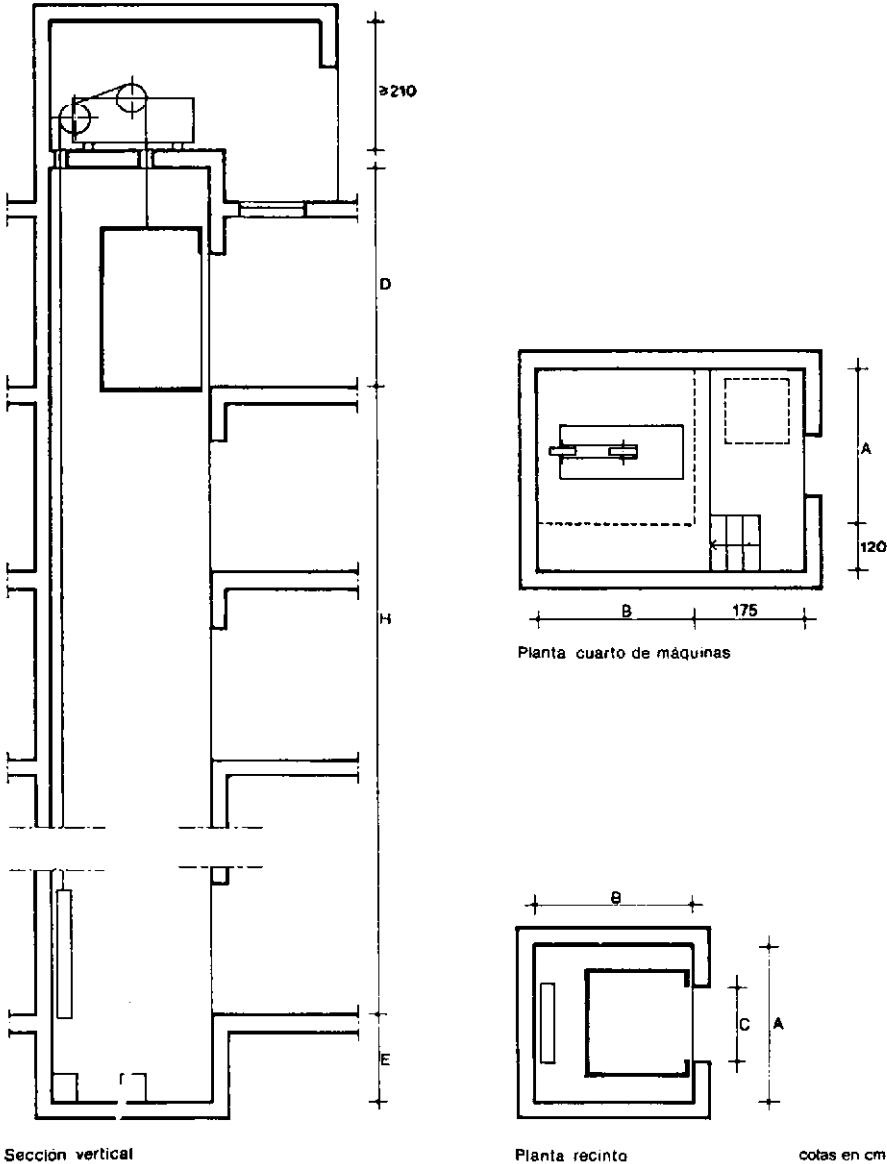
El recinto no albergará ningún tipo de instalación o conducción ajena al servicio del aparato elevador, ni será utilizado para ventilar locales extraños al servicio. Caso de adosar exteriormente al recinto chimeneas térmicas, se aislarán convenientemente.

En la parte superior del recinto se situarán unas aberturas para ventilación, protegidas con rejilla, de superficie no menor al 3 % de la del recinto, que comuniquen con el exterior, bien directamente o mediante conductos incombustibles de sección no menor que la superficie de la abertura.

Las dimensiones del recinto serán las de la tabla siguiente:







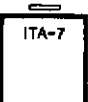
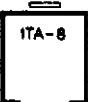

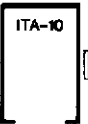
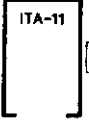
Equipos ascensores	Dimensiones del recinto y cuarto de máquinas en cm					Cargas*
	A	B	C	D	E	
ITA- 1	180	150	80	380	130	4.500
ITA- 2	180	150	80	380	130	4.500
ITA- 3	180	210	80	380	130	7.000
ITA- 4	180	210	80	430	150	7.000
ITA- 5	250	210	110	430	150	13.000
ITA- 6	250	210	110	530	250	13.000
ITA- 7	250	260	110	530	250	18.000
ITA- 8	250	260	110	550	300	18.000
ITA- 9	250	310	130	380	130	20.000
ITA-10	250	310	130	430	150	20.000
ITA-11	250	310	130	530	250	20.000

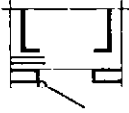
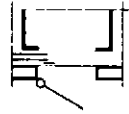
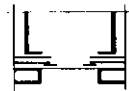
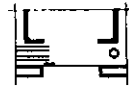






* Incluye las cargas suspendidas, peso del equipo y sobrecargas dinámicas.

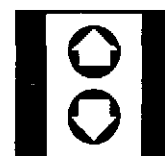


ITA-Cuarto de máquinas-A·B

Se situará en la parte superior del recinto.
El cuarto de máquinas en ningún caso quedará adosado a locales habitables.
No contendrá más que el material necesario para el funcionamiento, inspección y conservación de los aparatos elevadores.
No albergará ningún tipo de instalación o conducción ajena al servicio.
La ventilación se efectuará por aberturas protegidas con rejillas de superficie superior al 5 % de la del local, que comuniquen directamente con el exterior.
En caso de que la ventilación natural no sea factible, podrá recurrirse a una ventilación forzada equivalente.
El acceso se efectuará siempre por zonas de libre paso, pertenecientes a servicios comunes. En caso necesario se hará mediante escalera fija, que forme un ángulo máximo con la horizontal de 60°, tenga un ancho mínimo de 70 cm, una huella mínima de 15 cm y esté provista de pasamanos en ambos lados.

Especificación	Símbolo	Aplicación
ITA- 1 Equipo ascensor 5/0,63 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. En edificios de viviendas, para un número máximo de 8 paradas.
ITA- 2 Equipo ascensor 5/1,00 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. Preferentemente en edificios de viviendas, apartamentos y residencias para un número máximo de 15 paradas. En los demás tipos de edificios sólo se podrá utilizar para un número máximo de 8 paradas.
ITA- 3 Equipo ascensor 8/1,00 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. En edificios de viviendas, apartamentos y residencias, para un número máximo de 15 paradas. En los demás tipos de edificios, para un número máximo de 8 paradas.
ITA- 4 Equipo ascensor 8/1,60 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. En edificios de viviendas, apartamentos y residencias, para un número máximo de 20 paradas. En edificios de uso público para un número máximo de 12 paradas.
ITA- 5 Equipo ascensor 13/1,60 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. En todo tipo de edificios para un número máximo de 15 paradas, y en edificios de uso residencial hasta 20 paradas.
ITA- 6 Equipo ascensor 13/2,50 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. En todo tipo de edificios para un número máximo de 20 paradas.
ITA- 7 Equipo ascensor 21/2,50 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. En edificios de oficinas, hoteles y hospitales para un número máximo de 20 paradas.
ITA- 8 Equipo ascensor 21/3,50 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. En edificios de oficinas, hoteles y hospitales para un número de paradas superior a 15.
ITA- 9 Equipo montacamillas 24/1,00 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. En hospitales. Para un número máximo de 8 paradas.
ITA-10 Equipo montacamillas 24/1,60 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. En hospitales. Para un número máximo de 15 paradas.
ITA-11 Equipo montacamillas 24/2,50 N-H		Se aplicará según las tablas de cálculo. En hospitales. Para un número máximo de 20 paradas.

Especificación	Símbolo	Aplicación
ITA-12 Equipo de puertas semiautomático-manual N		Se aplicará exclusivamente en el equipo ascensor ITA-1. www.geoteknia.com
ITA-13 Equipo de puertas semiautomático-automático N		Se aplicará preferentemente en equipos ascensores ITA-1, ITA-2, ITA-3 e ITA-4 en edificios de uso residencial, o como solución económica para edificios de uso público. También en puertas de socorro del recinto en el caso de que existan.
ITA-14 Equipo de puertas con protección electro-mecánica C-N		Se aplicará preferentemente en equipos ascensores, ITA-2, ITA-3, ITA-4 e ITA-5, en edificios de oficinas, hoteles y hospitales, así como en instalaciones de edificios de viviendas de gran calidad.
ITA-15 Equipo de puertas con protección electromecánica y célula N		Se aplicará preferentemente en equipos montacamillas ITA-9, ITA-10 e ITA-11, en edificios de hospitales.
ITA-16 Equipo de puertas con protección electrónica N		Se aplicará preferentemente en equipos ascensores ITA-6, ITA-7 e ITA-8 en edificios de oficinas y hoteles.
ITA-17 Equipo de maniobra individual N		Cuando se instale un sólo equipo ascensor de los tipos ITA-1 o ITA-2. El ascensor atiende a una llamada cada vez, bien sea desde la cabina o desde el exterior.
ITA-18 Equipo de maniobra individual combinada N		Cuando se instale un grupo de dos equipos ascensores del tipo ITA-1 o ITA-2. Impide que los dos ascensores del grupo atiendan simultáneamente a un mismo usuario que haya efectuado doble llamada.
ITA-19 Equipo de maniobra colectiva en bajada N-n		En edificios cuyo tráfico fundamental es el que se produce entre planta de acceso y las demás plantas y no se prevé tráfico importante entre plantas. Agrupará en batería como máximo 3 equipos ascensores. Caso de tener que instalar mayor número con esta maniobra se agruparán en batería de 2 + 2, ó 3 + 3. El ascensor registra y ordena en su memoria, las llamadas de las distintas plantas recogiendo en bajada consecutivamente a los usuarios. Provisto de dispositivo "pesacargas" que le impide dar cumplimiento a las llamadas exteriores efectuadas cuando va completo.
ITA-20 Equipo de maniobra colectiva en subida y bajada N-n		En edificios en los que se prevea tráfico importante entre plantas. Agrupará en batería como máximo 3 equipos ascensores. Caso de tener que instalar mayor número con esta maniobra se agruparán en batería de 2 + 2, ó 3 + 3. El ascensor registra y ordena en su memoria, las llamadas de las distintas plantas tanto en subida como en bajada, recogiendo consecutivamente a los usuarios que han pulsado los botones exteriores y desembarca en las plantas pulsadas en cabina. Provisto de dispositivo "pesacargas" que le impide dar cumplimiento a las llamadas exteriores efectuadas cuando va completo.
ITA-21 Equipo de maniobra de programa N-n		En edificios de gran intensidad y complejidad de tráfico, en los que se instalen baterías de cuatro o más equipos ascensores. La batería no sólo trabaja en común, como en casos anteriormente expuestos, sino que programará automáticamente su actuación siguiendo la variación del tráfico, desde las puntas de tráfico, hasta las horas de tráfico mínimo. Provisto de dispositivo "pesacargas" que le impide dar cumplimiento a las llamadas exteriores cuando va completo.



Especificación

ITA-22 Trampilla

Aplicación

Se dispondrá en el suelo del cuarto de máquinas, para facilitar las maniobras de montaje del grupo tractor; se situará sobre el último rellano de escalera. En las agrupaciones de ascensores se preverá una sola trampilla en el cuarto de máquinas.

ITA-23 Losa perforada 180 - 150

Para soportar las cargas del grupo tractor; con los taladros especificados en plano suministrado por la casa instaladora. En los equipos ascensores ITA-1, ITA-2.

ITA-24 Losa perforada 180 - 210

Para soportar las cargas del grupo tractor; con los taladros especificados en plano suministrado por la casa instaladora. En los equipos ascensores ITA-3, ITA-4.

ITA-25 Losa perforada 250 - 210

Para soportar las cargas del grupo tractor; con los taladros especificados en plano suministrado por la casa instaladora. En los equipos ascensores ITA-5, ITA-6.

ITA-26 Losa perforada 250 - 260

Para soportar las cargas del grupo tractor; con los taladros especificados en plano suministrado por la casa instaladora. En los equipos ascensores ITA-7, ITA-8.

ITA-27 Losa perforada 250 - 310

Para soportar las cargas del grupo tractor; con los taladros especificados en plano suministrado por la casa instaladora. En los equipos ascensores ITA-9, ITA-10, ITA-11.

ITA-28 Carril para gancho deslizante

Se situará alineado entre la vertical del grupo tractor y la de la trampilla, para el montaje de los equipos ascensores. En las agrupaciones de ascensores se preverá un solo carril en el cuarto de máquinas.

ITA-29 Acondicionamiento del cuarto de máquinas A·B

En todas las instalaciones.

ITA-30 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta semi- automática A·B·D·E·H·N

En las instalaciones con equipos de puertas ITA-12 e ITA-13.

ITA-31 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta auto- mática A·B·C·D·E·H·N

En las instalaciones con equipos de puertas ITA-14, ITA-15 e ITA-16.

4. Planos de obra

Escala

ITA- Planta de situación

Indicando la posición de los núcleos de ascensores respecto a ascensos y escaleras

1:100

ITA- Sección vertical por el eje del recinto

Acotada según esquemas, representando como mínimo: foso, planta de acceso, planta tipo, planta superior y cuarto de máquinas.

1:50

ITA- Plantas del foso, recinto y cuarto de máquinas

Acotadas según esquemas, indicando por su símbolo el tipo de puertas y maniobra y la posición de los botones de mando exteriores.

1:50

ITA- Detalles

Se representarán gráficamente todos los detalles de elementos para los cuales no exista o no se haya adoptado la especificación NTE.

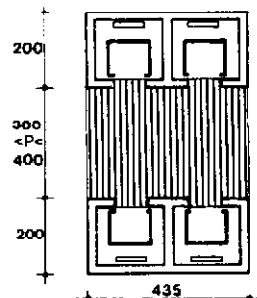
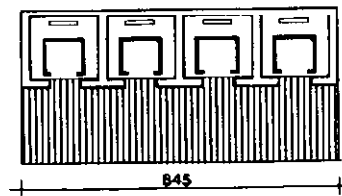
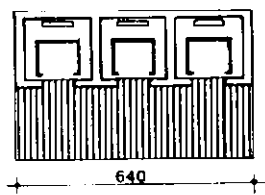
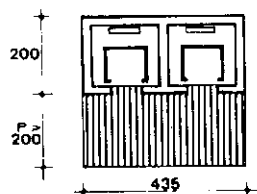
1:20

5. Esquemas

www.geoteknia.com

Para las cotas exteriores de las agrupaciones de equipos ascensores, y montacamillas, se han tomado 25 cm como espesor de todos los muros del recinto.

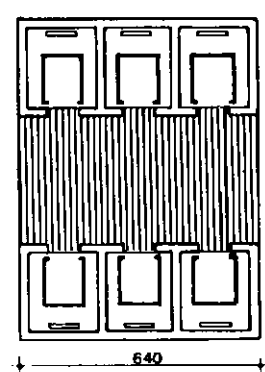
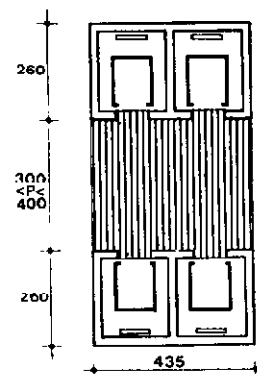
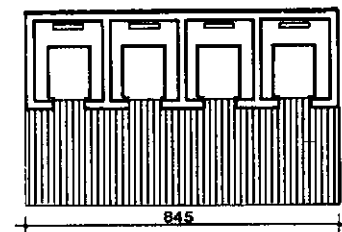
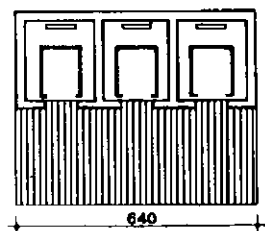
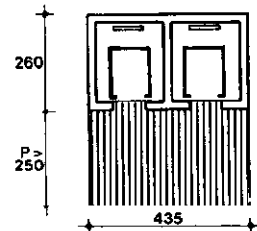
Agrupaciones de equipos ascensores ITA-1, ITA-2



Escala 1:200

cotas en cm

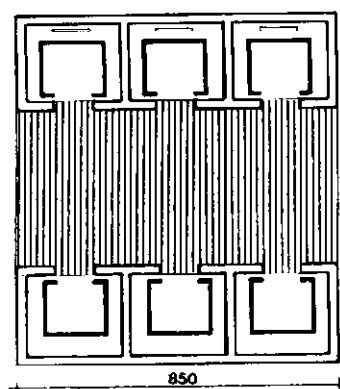
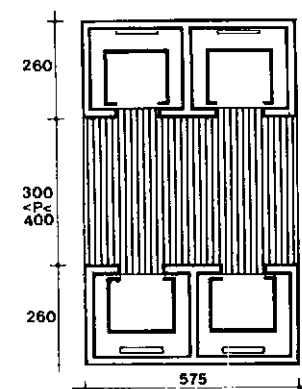
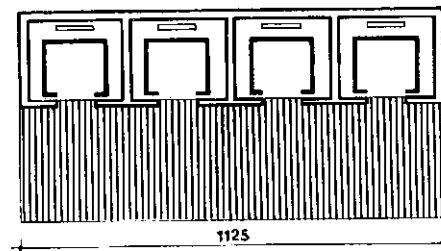
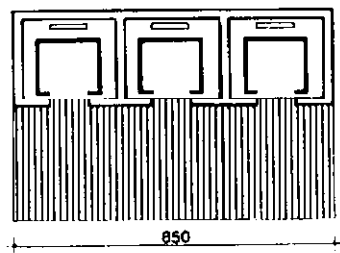
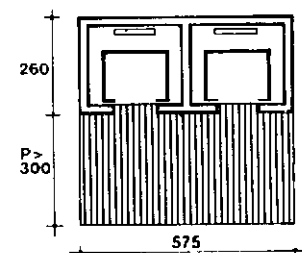
Agrupaciones de equipos ascensores ITA-3, ITA-4



Escala 1:200

cotas en cm

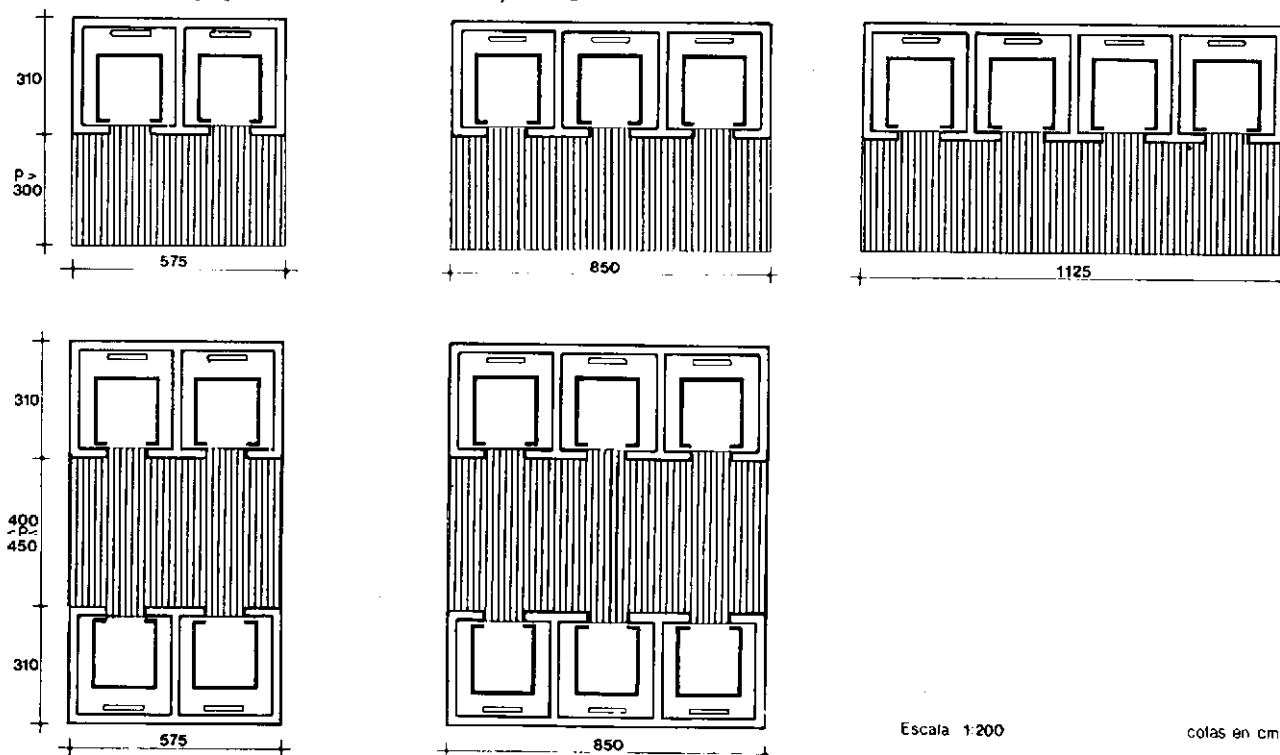
Agrupaciones de equipos ascensores ITA-5, ITA-6



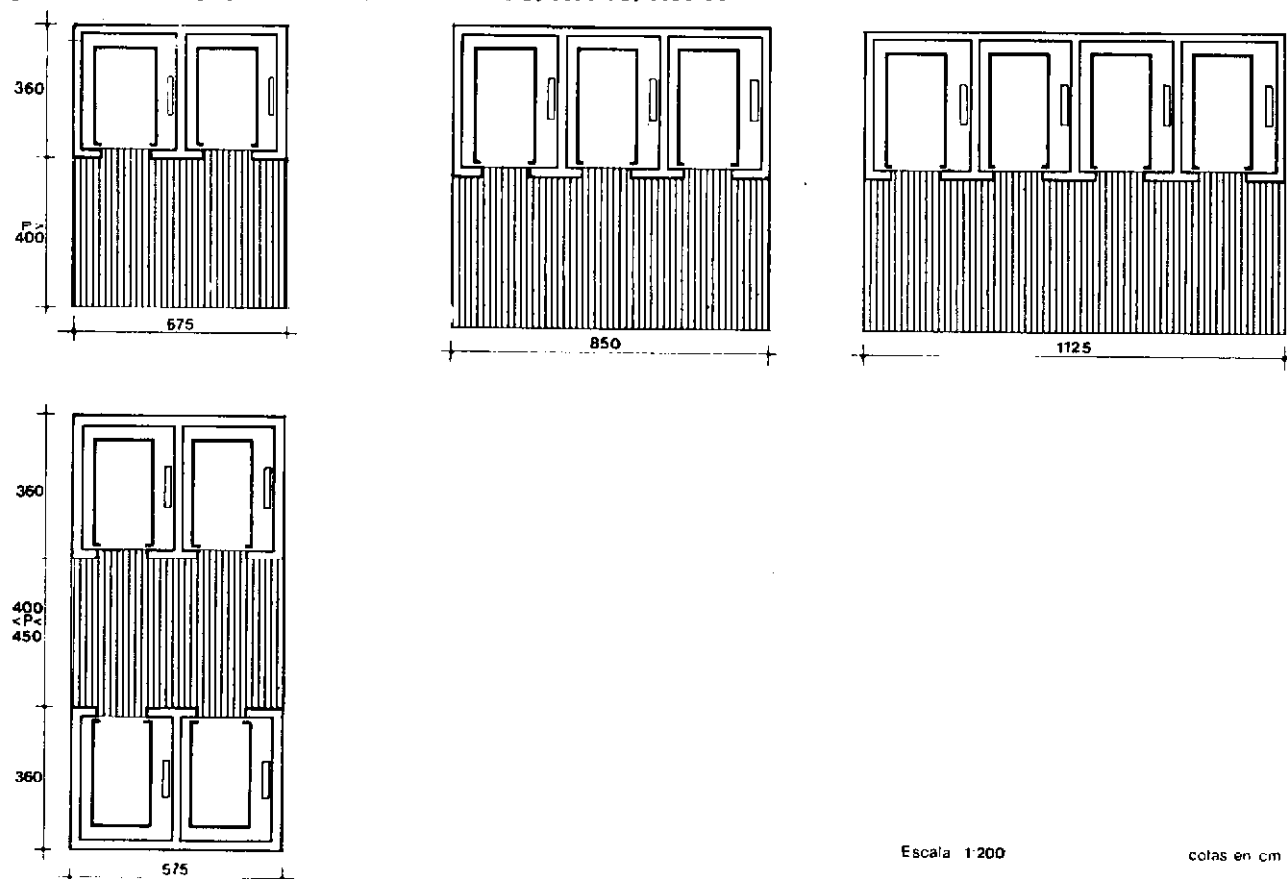
Escala 1:200

cotas en cm

Agrupaciones de equipos ascensores ITA-7, ITA-8

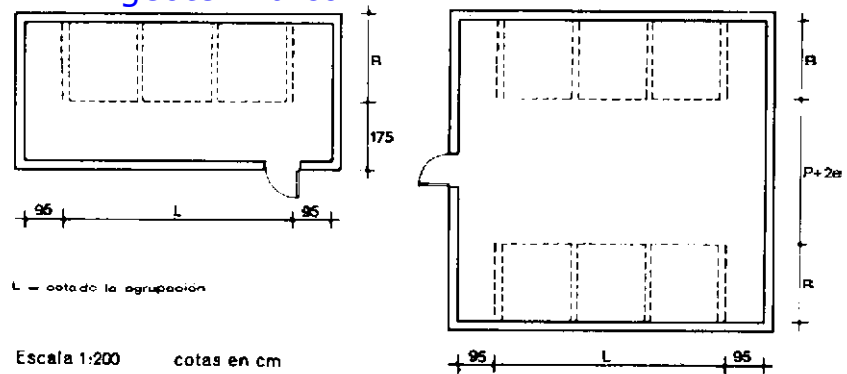


Agrupaciones de equipos montacamillas ITA-9, ITA-10, ITA-11

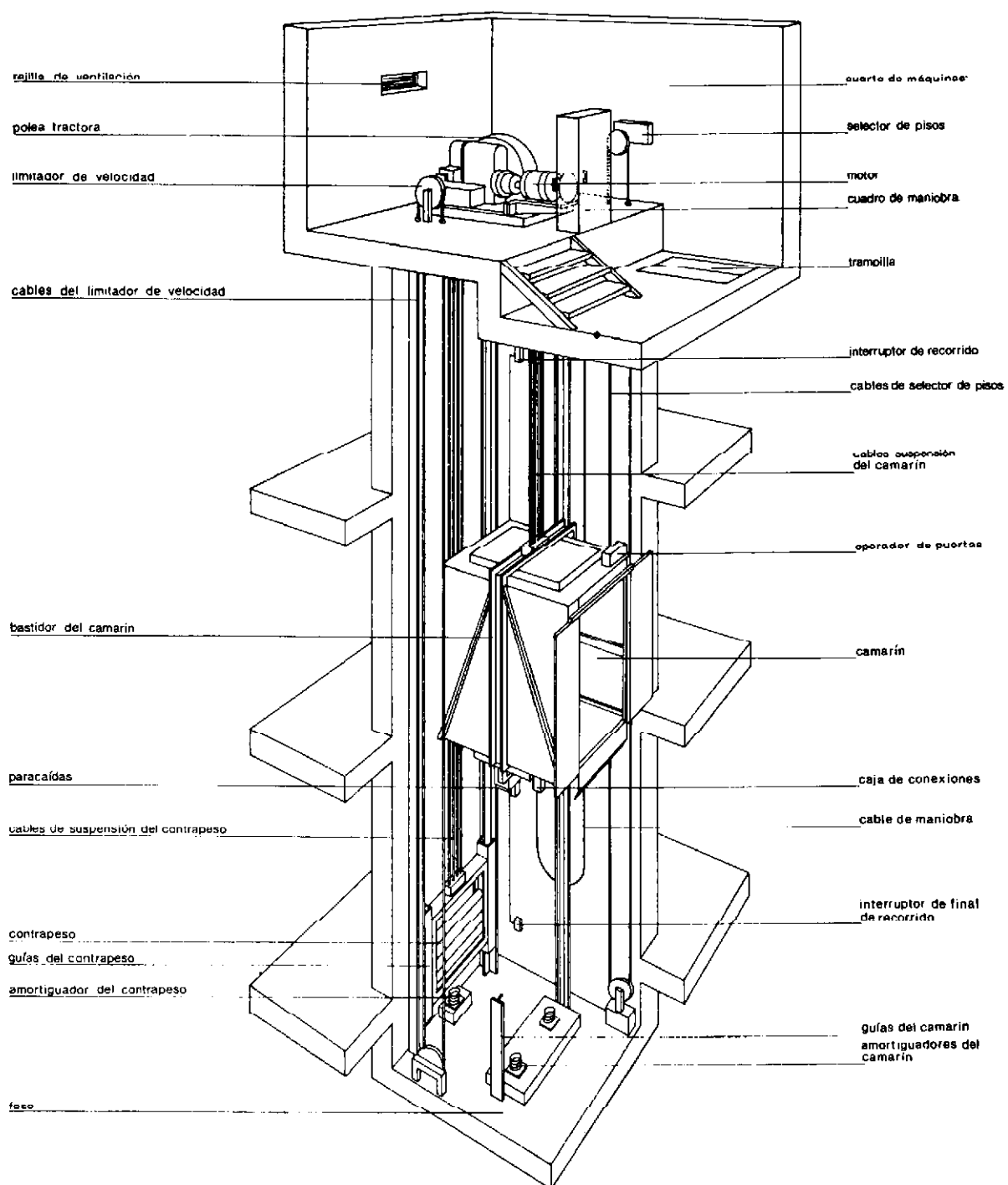


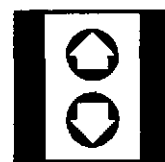
Cuarto de máquinas de agrupaciones de equipos ascensores

www.geoteknia.com



Esquema general



**1. Tablas de cálculo**

Las tablas son válidas siempre que no existan más de dos plantas servidas por el ascensor, situadas por debajo de la planta de acceso.

Equipos ascensores en edificios de viviendas

		n.º de plantas																	
		m² construidos por planta																n.º y equipo ascensor	
		Número de plantas servidas por el ascensor sin contar sótanos																N.º	Equipo
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Superficie media construida en cada planta en m²	1020	620	395	270	188	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	1	ITA 1
	1570	1080	745	515	381	295	233	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	1	ITA 2
	↗	1920	1420	1030	745	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 1
	↗	↗	↗	1570	1025	835	663	515	412	354	295	257	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 2
	↗	↗	↗	↗	1400	1130	905	730	609	496	412	342	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	1620	1300	1100	880	730	605	514	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	3	ITA 2
	↗	↗	↗	↗	2270	1660	1300	980	795	643	531	450	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1520	1220	1000	810	673	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1740	1420	1180	980	834	730	625	541	480	3	ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	4	ITA 2
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1250	1030	836	642	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1980	1620	1300	1108	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1650	1340	1180	1030	880	4	ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1780	1520	1330	1180	4	ITA 5

↗ Equipo excesivo
 ↘ Equipo insuficiente

Equipos ascensores en apartamentos turísticos, residencias y asilos

Equipos ascensores en apartamentos turísticos, residencias y asilos																						
Número de plantas servidas por el ascensor sin contar sótanos																			n.º de plantas			
																			n.º medio de camas por planta		n.º y equipo ascensor	

* El número medio de camas por planta se obtiene dividiendo el total por el número de plantas situadas sobre la de acceso.

↗ Equipo excesivo
 ↘ Equipo insuficiente

Equipos ascensores en hoteles con tráfico concentrado*

www.geoteknia.com

Número de plantas servidas por el ascensor sin contar sótanos

n.º de plantas
n.º medio de habitaciones por planta
n.º y equipo ascensor

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Público N.º Equipo	Servicio N.º Equipo
Número medio de habitaciones por planta**	49	35	27	21	17	14	12	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 2	2 ITA 2
	64	46	35	28	23	18	14	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 3	2 ITA 3
	72	53	40	32	27	23	19	17	15	13	12	11	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 4	2 ITA 3
	99	78	54	43	36	29	25	22	19	17	15	14	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 5	2 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	33	28	25	22	20	18	16	↘	↘	↘	↘	2 ITA 6	2 ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	40	34	29	26	23	21	19	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 7	2 ITA 4
	73	52	40	31	26	21	18	15	13	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3 ITA 2	2 ITA 2
	96	60	52	41	34	28	24	21	18	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3 ITA 3	2 ITA 3
	108	79	61	49	40	34	29	25	22	20	18	16	↘	↘	↘	↘	↘	3 ITA 4	2 ITA 3
	149	117	80	64	52	44	38	32	29	25	23	21	↘	↘	↘	↘	↘	3 ITA 5	2 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	48	42	36	32	29	26	23	21	20	18	17	16	3 ITA 6	2 ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	59	50	43	39	35	31	27	25	23	21	20	18	3 ITA 7	2 ITA 5
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	45	38	35	32	28	26	24	22	21	18	↘	3 ITA 8	2 ITA 5
	↗	↗	↗	↗	45	38	32	28	24	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	4 ITA 3	3 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	54	45	39	34	30	27	24	21	↘	↘	↘	↘	↘	4 ITA 4	3 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	69	56	50	43	38	34	30	27	↘	↘	↘	↘	↘	4 ITA 5	3 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	64	55	48	43	38	34	31	29	26	24	22	21	↘	4 ITA 6	3 ITA 4
	↗	↗	↗	↗	78	67	53	51	45	40	36	33	30	28	26	24	↘	4 ITA 7	3 ITA 5
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	59	52	46	42	38	34	31	29	27	25	↘	4 ITA 8	3 ITA 5
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	36	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	6 ITA 3	4 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	45	40	36	32	↘	↘	↘	↘	↘	↘	6 ITA 4	4 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	57	51	45	41	↘	↘	↘	↘	↘	↘	6 ITA 5	4 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	65	57	52	47	43	39	36	34	31	↘	6 ITA 6	4 ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	76	67	60	55	50	45	42	39	36	↘	6 ITA 7	4 ITA 5
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	78	70	62	56	51	47	43	40	37	↘	6 ITA 8	4 ITA 5

* Se entiende por hoteles con tráfico concentrado, aquellos en los que pueden existir actividades comunes de los clientes que provoquen puntas de tráfico, como en el caso de hoteles de playa o de congreso.

** El número medio de habitaciones por planta resulta de dividir el total del hotel por el número de plantas situadas por encima de la de acceso.
Este número medio de habitaciones por planta, cuando se trate de hoteles de cuatro y cinco estrellas, se mayorará en un 15 y 30 % respectivamente para entrar en las tablas.

↗ Equipo excesivo

↘ Equipo insuficiente

Equipos ascensores en hoteles con tráfico repartido*

Número de plantas servidas por el ascensor sin contar sótanos

n.º de plantas
n.º medio de habitaciones por planta
n.º y equipo ascensor

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Público N.º Equipo	Servicio N.º Equipo
Número medio de habitaciones por planta**	78	56	43	33	27	23	19	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 2	2 ITA 2
	103	74	56	44	37	31	26	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 3	2 ITA 3
	115	84	65	52	43	36	31	29	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 4	2 ITA 3
	↗	125	80	70	57	40	41	30	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 5	2 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	53	46	40	35	31	28	26	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 6	2 ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	65	55	48	42	37	33	30	↘	↘	↘	↘	↘	2 ITA 7	2 ITA 4
	117	84	64	50	41	34	29	25	21	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3 ITA 2	2 ITA 2
	↗	110	84	66	54	45	38	33	29	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3 ITA 3	2 ITA 3
	↗	126	97	78	64	54	47	41	36	32	28	26	↘	↘	↘	↘	↘	3 ITA 4	2 ITA 3
	↗	↗	129	102	83	70	60	52	46	41	36	34	↘	↘	↘	↘	↘	3 ITA 5	2 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	77	66	58	52	46	41	37	34	31	29	27	25	3 ITA 6	2 ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	94	80	69	61	57	50	45	41	37	34	32	29	3 ITA 7	2 ITA 5
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	71	61	60	61	60	61	60	61	60	61	60	3 ITA 8	2 ITA 5
	↗	↗	↗	↗	72	60	51	44	39	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	4 ITA 3	3 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	86	72	62	54	48	42	38	34	↘	↘	↘	↘	↘	4 ITA 4	3 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	111	90	80	70	62	54	48	44	↘	↘	↘	↘	↘	4 ITA 5	3 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	103	88	77	69	61	55	50	46	42	39	36	33	4 ITA 6	3 ITA 4
	↗	↗	↗	↗	125	107	92	81	72	64	58	53	48	44	41	38	↘	4 ITA 7	3 ITA 5
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	95	83	74	66	60	55	50	45	43	40	↘	4 ITA 8	3 ITA 5
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	58	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	6 ITA 3	4 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	71	64	57	51	↘	↘	↘	↘	↘	↘	6 ITA 4	4 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	91	81	73	66	↘	↘	↘	↘	↘	↘	6 ITA 5	4 ITA 3
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	103	92	82	75	68	63	58	54	50	↘	6 ITA 6	4 ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	122	108	97	87	79	72	67	62	57	↘	6 ITA 7	4 ITA 5
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	125	111	100	90	82	75	69	64	60	↘	6 ITA 8	4 ITA 5

* Se entiende por hoteles con tráfico repartido, aquellos en los que por su uso normal, no existen horas punta muy definidas.

** El número medio de habitaciones por planta resulta de dividir el total del hotel por el número de plantas situadas por encima de la de acceso.
Este número medio de habitaciones por planta, cuando se trate de hoteles de cuatro y cinco estrellas, se mayorará en un 15 y 30 % respectivamente para entrar en las tablas.

↗ Equipo excesivo

↘ Equipo insuficiente

Equipos ascensores en edificios de oficinas con una sola entidad ocupante

		Número de plantas servidas por el ascensor sin contar sótanos																m² construidos por planta		n.º y equipo ascensor	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	N.º	Equipo	
Superficie media construida en cada planta en m²	669	480	368	288	234	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 2	
	883	633	479	379	310	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 3	
	993	724	555	445	369	311	266	234	205	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 4	
	1364	1073	738	585	478	388	343	298	261	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 5	
	↗	↗	↗	↗	↗	443	380	331	296	263	236	215	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 6	
	↗	↗	↗	↗	↗	539	459	398	349	310	278	250	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 7	
	1001	719	551	431	351	291	246	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 2	
	1324	948	719	569	465	388	330	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 3	
	1489	1086	834	668	553	466	400	349	308	271	245	220	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 4	
	2050	1600	1106	876	716	601	514	445	393	348	313	281	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 5	
	↗	↗	↗	↗	↗	664	571	498	444	394	355	321	294	270	249	232	215	3	ITA 6		
	↗	↗	↗	↗	↗	808	688	596	523	465	415	375	341	311	286	265	246	3	ITA 7		
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	483	428	388	353	324	298	275	256	3	ITA 8		
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	4	ITA 3	
	↗	↗	↗	↗	↗	620	519	440	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 4	
	↗	↗	↗	↗	↗	738	621	534	465	409	364	326	294	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 4	
	↗	↗	↗	↗	↗	954	774	685	594	523	465	416	375	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 5	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	591	525	473	427	393	360	331	308	288	4	ITA 6	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	698	619	554	499	455	415	383	354	329	4	ITA 7	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	4	ITA 8	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	6	ITA 4
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	6	ITA 5
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	6	ITA 6
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	6	ITA 7
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	6	ITA 8

↗ Equipo excesivo
↘ Equipo insuficiente

Equipos ascensores en edificios de oficinas con varias entidades ocupantes

		Número de plantas servidas por el ascensor sin contar sótanos																m² construidos por planta		n.º y equipo ascensor	
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	N.º	Equipo	
Superficie media construida en cada planta en m²	1215	873	668	523	425	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 2	
	1605	1148	871	689	564	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 3	
	1804	1313	1010	810	670	565	485	420	373	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 4	
	2479	1770	1339	1063	868	725	623	540	475	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 5	
	↗	↗	↗	↗	↗	805	691	603	538	478	430	390	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 6	
	↗	↗	↗	↗	↗	979	834	723	634	563	504	454	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 7	
	1821	1308	1001	784	638	530	460	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 2	
	2408	1723	1306	1034	846	706	601	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 3	
	2706	1975	1515	1214	1004	849	728	634	559	496	445	401	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 4	
	3720	2925	2010	1594	1301	1093	934	810	713	634	568	513	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 5	
	↗	↗	↗	↗	↗	1208	1038	905	808	716	645	585	535	491	453	420	391	3	ITA 6		
	↗	↗	↗	↗	↗	1468	1250	1084	950	845	755	681	620	566	521	481	448	3	ITA 7		
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	875	779	704	641	588	540	500	466	3	ITA 8		
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	4	ITA 3	
	↗	↗	↗	↗	↗	1128	943	800	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 4	
	↗	↗	↗	↗	↗	1340	1130	970	845	745	663	593	535	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 5	
	↗	↗	↗	↗	↗	1735	1408	1245	1080	950	820	742	683	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 6	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1075	955	860	780	713	655	603	560	523	4	ITA 7	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1268	1125	1008	908	827	755	693	643	598	4	ITA 8	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1158	1038	938	855	783	720	665	620	4	ITA 8	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	6	ITA 4	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1116	993	890	803	↘	↘	↘	↘	6	ITA 5	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1425	1266	1135	1025	↘	↘	↘	↘	6	ITA 6	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1614	1433	1289	1170	1069	981	905	839	6	ITA 7	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	1900	1686	1510	1363	1240	1133	1041	963	6	ITA 8	
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	6	ITA 7		
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	6	ITA 8		

↗ Equipo excesivo
↘ Equipo insuficiente

Equipos ascensores en hospitales

www.geoteknia.com

Número de plantas servidas por el ascensor sin contar sótanos

n.º de plantas
total de camas → n.º y equipo ascensor

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Visitas		Camillas		
																		N.º Equipo	N.º Equipo	N.º Equipo	N.º Equipo	
Número total de camas	147	132	121	111	103	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 2	2	ITA 9	
	194	174	158	146	136	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 3	2	ITA 9	
	218	199	183	171	162	154	148	142	135	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	2	ITA 4	2	ITA 9	
	220	198	182	166	154	144	136	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 2	2	ITA 9	
	291	261	237	220	205	192	181	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 3	2	ITA 9	
	328	299	275	257	243	231	220	211	203	194	189	181	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 4	2	ITA 9	
	461	412	365	337	315	297	283	269	259	249	241	232	↘	↘	↘	↘	↘	3	ITA 5	2	ITA 9	
	↗	↗	↗	↗	↗	329	314	301	293	282	273	265	259	252	247	241	236	3	ITA 6	2	ITA 9	
	↗	↗	↗	↗	↗	400	378	361	345	332	320	309	300	291	283	277	271	3	ITA 7	2	ITA 10	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	342	330	320	311	303	295	287	282	3	ITA 8	2	ITA 11	
	↗	↗	↗	↗	273	257	242	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 3	2	ITA 9	
	↗	↗	↗	↗	325	307	294	281	270	260	251	242	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 4	2	ITA 10	
	↗	↗	↗	↗	420	396	377	359	345	332	320	309	↘	↘	↘	↘	↘	4	ITA 5	3	ITA 10	
	↗	↗	↗	↗	↗	438	418	401	389	375	364	356	346	337	328	323	317	4	ITA 6	2	ITA 11	
	↗	↗	↗	↗	↗	533	505	481	461	443	427	412	400	388	379	370	362	4	ITA 7	2	ITA 11	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	457	440	426	414	402	392	382	375	4	ITA 8	2	ITA 11	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	405	390	377	364	↘	↘	↘	↘	6	ITA 4	3	ITA 10	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	517	498	481	465	↘	↘	↘	↘	6	ITA 5	4	ITA 10	
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	586	563	546	531	517	505	493	483	473	6	ITA 6	3	ITA 11
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	690	664	639	619	601	583	567	554	542	6	ITA 7	3	ITA 11
	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	684	659	639	620	603	588	574	564	6	ITA 8	3	ITA 11

En tráfico de camillas se incluye el de camas, equipo médico móvil, carritos y coches de inválidos.
Es conveniente prever espacio para futuras ampliaciones.
El número mínimo de equipos montacamillas en hospitales de menos de 4 plantas, será siempre de 2.

- ↗ Equipo excesivo
- ↘ Equipo insuficiente

2. Ejemplo

Datos

Hotel en Benidorm de 200 habitaciones.

Número de plantas servidas por el ascensor,
sin contar sótanos: 14

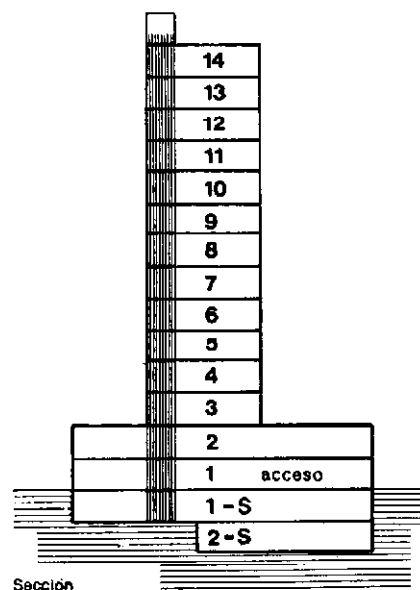
Número de plantas por encima de la de acceso: 13

Número medio de habitaciones por planta: 15

Se entra en la tabla de equipos ascensores para hoteles de tráfico concentrado

Equipos ascensores: **Público 2 ITA 5**

Servicio 2 ITA 3



1. Especificaciones

ITA-1 Equipo ascensor 5/0,63 N-H

Carga nominal: 400 kg.

Velocidad nominal: 0,63 m/s

Número de paradas: N.

Recorrido total en metros: H.

Grupo tractor accionado por motor de corriente alterna, de una velocidad.
 Número de conexiones hora: 120.

Chasis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:

Dimensiones interiores en planta: 110 × 95 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 80 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes y techo con pintura al duco sintético. Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 40 W.

Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 140 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:

uno de mando por planta servida

uno de parada de emergencia

uno de alarma.

Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.

Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Seale.

Este equipo incluye el sistema paracaidas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

ITA-2 Equipo ascensor 5/1,00 N-H

Carga nominal: 400 kg.

Velocidad nominal: 1,00 m/s.

Número de paradas: N.

Recorrido total en metros: H.

Grupo tractor accionado por motor de corriente alterna, de dos velocidades.
 Número de conexiones hora: 120.

Chasis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:

Dimensiones interiores en planta: 110 × 95 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 80 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes y techo con pintura al duco sintético. Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 40 W.

Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 140 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:

uno de mando por planta servida

uno de parada de emergencia

uno de alarma.

Señalizador luminoso de posición del camarín.

Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.

Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Seale.

Este equipo incluye el sistema paracaidas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

**ITA-3 Equipo ascensor
8/1,00 N-H**

Carga nominal: 630 kg.

Velocidad nominal: 1,00 m/s.

Número de paradas: N.

Recorrido total en metros: H.

Grupo tractor accionado por motor de corriente alterna, de dos velocidades.

Número de conexiones hora: 180.

Chasis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:

Dimensiones interiores en planta: 110 × 140 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 80 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes y techo con pintura al duco sintético. Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 60 W.

Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 140 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:

uno de mando por planta servida

uno de parada de emergencia

uno de alarma.

Señalizador luminoso de posición del camarín.

Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.

Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Seale.

Este equipo incluye el sistema paracaídas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

**ITA-4 Equipo ascensor
8/1,60 N-H**

Carga nominal: 630 kg.

Velocidad nominal: 1,60 m/s.

Número de paradas: N.

Recorrido total en metros: H.

Grupo tractor accionado por motor de corriente continua de velocidad variable, con reductor. Número de conexiones hora: 180.

Chasis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:

Dimensiones interiores en plantas: 110 × 140 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 80 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes y techo con pintura al duco sintético. Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 60 W.

Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 140 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:

uno de mando por planta servida

uno de parada de emergencia

uno de alarma.

Señalizador luminoso de posición del camarín.

Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.

Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Seale.

Este equipo incluye el sistema paracaídas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

**ITA-5 Equipo ascensor
13/1,60 N-H**

Carga nominal: 1.000 kg.

Velocidad nominal: 1,60 m/s

Número de paradas: N

Recorrido total en metros: H

Grupo tractor accionado por motor de corriente continua de velocidad variable, con reductor. Número de conexiones hora: 180.

Chasis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Ascensores

Lifts. Construction

Camarín:

Dimensiones interiores en planta: 170 × 140 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 110 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes y techo con pintura al duco sintético. Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 100 W.

Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 140 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:

uno de mando por planta servida

uno de parada de emergencia

uno de alarma.

Señalizador luminoso de posición del camarín.

Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.

Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Seale.

Este equipo incluye el sistema paracaídas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

ITA-6 Equipo ascensor 13/2,50 N·H

Carga nominal: 1.000 kg.

Velocidad nominal: 2,50 m/s.

Número de paradas: N.

Recorrido total en metros: H.

Grupo tractor accionado por motor de corriente continua de velocidad variable, sin reductor. Número de conexiones hora: 180.

Chásis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:

Dimensiones interiores en planta: 170 × 140 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 110 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes y techo con pintura al duco sintético. Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 100 W.

Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 140 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:

uno de mando por planta servida

uno de parada de emergencia

uno de alarma.

Señalizador luminoso de posición del camarín.

Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.

Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Seale.

Este equipo incluye el sistema paracaídas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

ITA-7 Equipo ascensor 21/2,50 N·H

Carga nominal: 1.600 kg.

Velocidad nominal: 2,50 m/s.

Número de paradas: N.

Recorrido total en metros: H.

Grupo tractor accionado por motor de corriente continua de velocidad variable, sin reductor. Número de conexiones hora: 180.

Chásis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:

Dimensiones interiores en planta: 170x190 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 110 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes y techo con pintura al duco sintético. Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 140 W. Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 140 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:

uno de mando por planta servida

uno de parada de emergencia

uno de alarma.

Señalizador luminoso de posición del camarín.

Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.

Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Seale.

Este equipo incluye el sistema paracaldas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

ITA-8 Equipo ascensor 21/3,50 N-H

Carga nominal: 1.600 kg.

Velocidad nominal: 3,50 m/s.

Número de paradas: N.

Recorrido total en metros: H.

Grupo tractor accionado por motor de corriente continua de velocidad variable, sin reductor. Número de conexiones hora: 180.

Chasis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:

Dimensiones interiores en plantas: 170 × 190 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 110 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes y techo con pintura al duco sintético. Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 140 W.

Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 140 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:

uno de mando por planta servida

uno de parada de emergencia

uno de alarma.

Señalizador luminoso de posición del camarín.

Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.

Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Seale.

Este equipo incluye el sistema paracaldas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

ITA-9 Equipo montacamillas 24/1,00 N-H

Carga nominal: 1.800 kg.

Velocidad nominal: 1,00 m/s

Número de paradas: N

Recorrido total en metros: H

Grupo tractor accionado por motor de corriente alterna, de dos velocidades.

Número de conexiones hora: 180.

Chasis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:

Dimensiones interiores en planta: 150 × 240 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 130 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes en acero inoxidable.

Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Zócalo de bordes redondeados y continuo en el piso.

Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 140 W.

Barandilla interior a 90 cm de altura, de tubo de acero inoxidable.

Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 120 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:

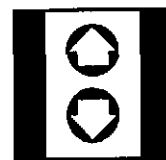
uno de mando por planta servida

uno de parada de emergencia

uno de alarma.

Ascensores

Lifts. Construction



ITA

1973

9

ITA-10 Equipo montacamillas 24/1,60 N-H

Carga nominal: 1.800 kg.

Velocidad nominal: 1,60 m/s.

Número de paradas: N.

Recorrido total en metros: H.

Grupo tractor accionado por motor de corriente continua de velocidad variable, con reductor. Número de conexiones hora: 180.

Chasis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:

Dimensiones interiores en planta: 150 × 240 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 130 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes en acero inoxidable.

Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Zócalo de bordes redondeados y continuo con el piso.

Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 140 W.

Barandilla interior a 90 cm de altura, de tubo de acero inoxidable.

Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara; colocada a 120 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:

uno de mando por planta servida

uno de parada de emergencia

uno de alarma.

Señalizador luminoso de posición del camarín.

Teléfono con línea a conserjería.

Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.

Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Seale.

Este equipo incluye el sistema paracaídas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

ITA-11 Equipo montacamillas 24/2,50 N-H

Carga nominal: 1.800 kg.

Velocidad nominal: 2,50 m/s.

Número de paradas: N.

Recorrido total en metros: H.

Grupo tractor accionado por motor de corriente continua de velocidad variable, sin reductor. Número de conexiones hora: 180.

Chasis metálico de soporte, provisto de tacos antivibratorios para su aislamiento de la estructura del edificio.

Camarín:

Dimensiones interiores en planta: 150 × 240 cm.

Altura libre: 220 cm.

Paso libre de puertas: 130 cm.

Altura de puertas: 200 cm.

Construido en chapa de acero de superficie continua con bastidor de perfiles de acero laminado o plegado.

Acabado interior de paredes en acero inoxidable.

Acabado de suelo con laminado de PVC o material similar, siempre que sea incombustible o de naturaleza autoextinguible.

Zócalo de bordes redondeados y continuo con el piso.
Iluminación permanente indirecta, de tipo fluorescente: 140 W.
Barandilla interior a 90 cm de altura, de tubo de acero inoxidable.
Botonera de mando de accionamiento mecánico, de lectura clara: colocada a 120 cm de altura, acabada con placa de acero inoxidable, con los siguientes pulsadores, en material plástico:
uno de mando por planta servida
uno de parada de emergencia
uno de alarma.

Señalizador luminoso de posición del camarín.

Teléfono con línea a conserjería.

Guías para camarín y contrapeso de acero en perfil T especial para ascensores.

Cables de tracción de arrollamiento de igual paso. Sistema Warrington o Soalo.

Este equipo incluye el sistema paracaídas, limitador de velocidad, y amortiguadores de camarín y contrapeso, así como poleas, cables secundarios y demás elementos accesorios para su correcto funcionamiento en subida y bajada.

ITA-12 Equipo de puertas semiautomático-manual N

Incluye N puertas de recinto y la de camarín.

Todas las puertas con paso libre de 80 cm y altura libre de 200 cm.

La puerta de acceso semiautomática, será de doble pared en chapa de acero de superficie continua, con relleno de material aislante, de forma que su construcción garantice una resistencia al fuego de una hora. Llevará una mirilla de señalización de estacionamiento de vidrio securizado, que cumpla también la resistencia al fuego indicada.

El cerco será de chapa de acero.

Dispondrá de sistema de cierre con amortiguación hidráulica y de cerradura silenciosa, que pueda abrirse con llave especial desde el exterior en caso de emergencia.

No llevará revestimientos en su cara interior ni en los bordes.

Las puertas de camarín serán manuales, correderas de apertura lateral coincidente con la de acceso al recinto; construidas de chapa de acero de superficie continua, con mirilla en vidrio securizado.

Los acabados de todas las puertas serán al ducó sintético.

ITA-13 Equipo de puertas semiautomático-automático N

Incluye N puertas de recinto y la de camarín.

Todas las puertas con paso libre de 80 cm y altura libre de 200 cm.

La puerta de acceso semiautomática, será de doble pared en chapa de acero de superficie continua, con relleno de material aislante, de forma que su construcción garantice una resistencia al fuego de una hora.

Llevará mirilla de señalización de estacionamiento de vidrio securizado, que cumpla también la resistencia al fuego indicada.

El cerco será de chapa de acero.

Dispondrá de sistema de cierre con amortiguación hidráulica y de cerradura silenciosa, que pueda abrirse con llave especial desde el exterior en caso de emergencia.

No llevará revestimientos en su cara interior ni en los bordes.

Las puertas de camarín, automáticas, serán de chapa de acero de superficie continua, de apertura lateral coincidente con la de acceso al recinto.

Estarán dotadas del correspondiente equipo de accionamiento: sistema de suspensión y dispositivo electromecánico de retroceso de puertas ya sea por listón móvil o por microcontacto.

Los acabados de todas las puertas serán al ducó sintético.

ITA-14 Equipo de puertas con protección electromecánica C-N

Incluye N puertas de recinto y la de camarín. Automáticas.

Todas las puertas con paso libre de C cm y altura libre de 200 cm.

Ambas puertas serán de chapa de acero de superficie continua.

La de acceso será de doble pared con relleno de material aislante, de forma que su construcción garantice una resistencia al fuego de una hora, irá provista de cerco de chapa de acero, con resistencia al fuego análoga.

Estarán dotadas del correspondiente sistema de suspensión, accionamiento y sistema de protección mediante dispositivo electromecánico de retroceso de puertas ya sea por listón móvil o por microcontacto.

Dispondrá de sistema de apertura desde el exterior, mediante llave especial, para uso en caso de emergencia.

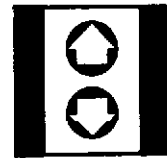
Apertura central.

Acabado en pintura al ducó sintético.



Ascensores

Lifts. Construction



ITA

1973

ITA-15 Equipo de puertas con protección electromecánica y célula N

Incluye N puertas de recinto y la de camarín. Automáticas.

Todas las puertas con paso libre de 130 cm y altura libre de 200 cm.

Ambas puertas serán de chapa de acero de superficie continua.

La de acceso será de doble pared con relleno de material aislante, de forma que su construcción garantice una resistencia al fuego de una hora, irá provista de cerco de chapa de acero, con resistencia al fuego análoga.

Estarán dotadas del correspondiente sistema de suspensión, accionamiento y sistema de protección mediante dispositivo de retroceso de puertas electromecánico, por listón móvil y además por célula fotoeléctrica.

Dispondrán de sistema de apertura desde el exterior, mediante llave especial, para uso en caso de emergencia.

Apertura lateral.

Acabado en pintura al duco sintético.

ITA-16 Equipo de puertas con protección electrónica N

Incluye N puertas de recinto y la de camarín. Automáticas.

Todas las puertas con paso libre de 110 cm y altura libre de 200 cm.

Ambas puertas serán de chapa de acero de superficie continua.

La de acceso será de doble pared con relleno de material aislante, de forma que su construcción garantice una resistencia al fuego de una hora, irá provista de cerco de chapa de acero, con resistencia al fuego análoga.

Estarán dotadas del correspondiente sistema de suspensión, accionamiento y sistema de protección mediante dispositivo electrónico de retroceso de puertas.

Dispondrán de sistema de apertura desde el exterior, mediante llave especial, para uso en caso de emergencia.

Apertura central.

Acabado en pintura al duco sintético.

ITA-17 Equipo de maniobra individual N

Número de paradas: N.

Retardación mínima de cinco segundos después de cada parada del camarín. Los mandos del camarín tendrán una prioridad de tres segundos sobre los mandos exteriores, a partir del cierre de puertas.

Cuadro de maniobra.

Instalación eléctrica, completa, de conexiones entre el equipo ascensor y el cuadro de maniobra.

Mandos exteriores. Se dispondrá en cada acceso un pulsador de llamada. Acabado en placa de acero inoxidable y pulsador en material plástico.

Señalizaciones. En cada acceso y sobre cada placa de mando, se dispondrá un indicador luminoso de color rojo, que al encenderse indica que el camarín no está disponible, y otro de color verde, que al encenderse indica que el camarín se encuentra estacionado en esa planta.

ITA-18 Equipo de maniobra individual combinada N

Número de paradas: N.

Número máximo de ascensores agrupados por esta maniobra: 2

Retardación mínima de cinco segundos después de cada parada del camarín. Los mandos del camarín tendrán una prioridad de tres segundos sobre los mandos exteriores, a partir del cierre de puertas.

Cuadro de maniobra.

Instalación eléctrica, completa, de conexiones entre el equipo ascensor y el cuadro de maniobra.

Mandos exteriores. Se dispondrá en cada acceso un pulsador de llamada para cada uno de los dos ascensores, interconectados entre sí. Acabado en placa de acero inoxidable y pulsador en material plástico.

ITA-19 Equipo de maniobra colectiva en bajada N-n

Número de paradas: N.

Número de ascensores agrupados por la maniobra: n.

Retardación mínima de cinco segundos después de cada parada del camarín.

Cuadro de maniobra.

Instalación eléctrica, completa, de conexiones entre el equipo ascensor y el cuadro de maniobra.

Mandos exteriores. Se dispondrá en cada acceso un pulsador de llamada para cada ascensor interconectados entre sí. Acabado en placa de acero inoxidable y pulsador en material plástico.

Señalizaciones. En cada acceso y sobre cada placa de mando se dispondrá un indicador luminoso de color blanco, que al encenderse indica el registro de la llamada.

ITA-20 Equipo de maniobra colectiva en subida y bajada N-n

Número de paradas: N.

Número de ascensores agrupados por la maniobra: n.

Retardación mínima de cinco segundos después de cada parada del camarín.

Cuadro de maniobra.

Instalación eléctrica, completa, de conexiones entre el equipo ascensor y el cuadro de maniobra.

Mandos exteriores. Se dispondrá en cada acceso un pulsador de llamada para subir y otro para bajar, situados entre cada dos ascensores, e interconectados entre sí para todos los ascensores que agrupe la maniobra. Acabado en placa de acero inoxidable y pulsadores en material plástico.

Señalizaciones. En cada acceso y sobre la placa de mando se dispondrán:

Dos indicadores luminosos de color blanco: uno ligado al pulsador de llamada en subida, otro ligado al pulsador de bajada. Ambos indicarán el registro de las correspondientes llamadas.

Un indicador luminoso de detención y partida, de color blanco, con flecha ascendente, que al encenderse indica con cierta antelación que en el acceso va a detenerse el camarín en dirección de subida.

Un indicador luminoso de detención y partida, de color blanco, con flecha descendente, que al encenderse indica con cierta antelación que en el acceso va a detenerse el camarín en dirección de bajada.

Además se dispondrán los correspondientes indicadores acústicos que avisen la detención del camarín en el correspondiente acceso.

ITA-21 Equipo de maniobra de programa N-n

Número de paradas: N.

Número de ascensores agrupados por la maniobra: n.

Retardación mínima de cinco segundos después de cada parada del camarín.

Cuadro de maniobra.

Instalación eléctrica, completa, de conexiones entre el equipo ascensor y el cuadro de maniobra.

Mandos exteriores. Se dispondrá en cada acceso un pulsador de llamada para subir y otro para bajar, situados entre cada dos ascensores, e interconectados entre sí para todos los ascensores que agrupe la maniobra. Acabado en placa de acero inoxidable y pulsadores en material plástico.

Señalizaciones. En cada acceso y sobre la placa de mando se dispondrán:

Dos indicadores luminosos de color blanco: uno ligado al pulsador de llamada en subida, otro ligado al pulsador de bajada. Ambos indicarán el registro de las correspondientes llamadas.

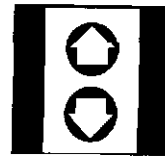
Un indicador luminoso de detención y partida, de color blanco, con flecha ascendente, que al encenderse indica con cierta antelación que en el acceso va a detenerse el camarín en dirección de subida.

Un indicador luminoso de detención y partida, de color blanco, con flecha descendente, que al encenderse indica con cierta antelación que en el acceso va a detenerse el camarín en dirección de bajada.

Además se dispondrán los correspondientes indicadores acústicos que avisen la detención del camarín en el correspondiente acceso.

Ascensores

Lifts. Construction

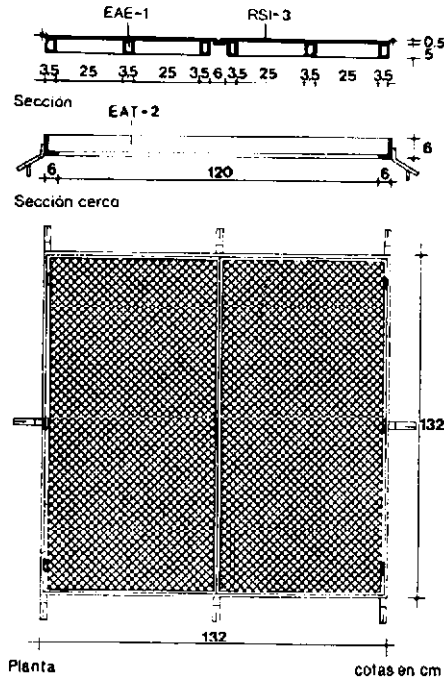


11

ITA

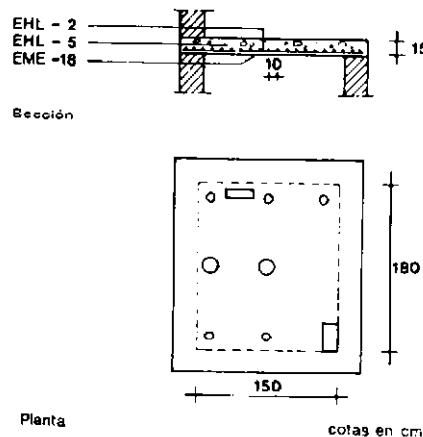
1973

ITA-22 Trampilla



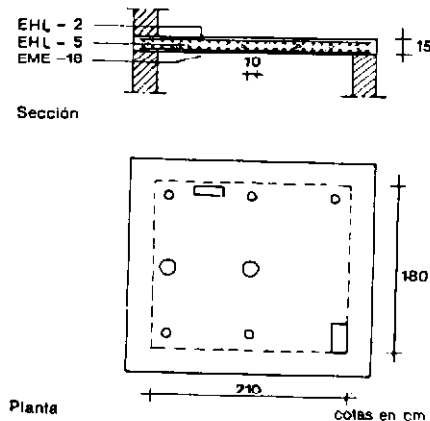
- EAE - 1 Bastidor de tubo de acero laminado en frío de sección $50 \times 35 \times 2$ mm.
- EAT - 2 Cerco de perfil laminado L 00.0 provisto de patillas de anclaje a forjado para resistir un peso de 1.000 kg/m.
- RSI - 3 Hojas de chapa de acero con acabado antideslizante de 5 mm de espesor.

ITA-23 Losa perforada de 180 - 150



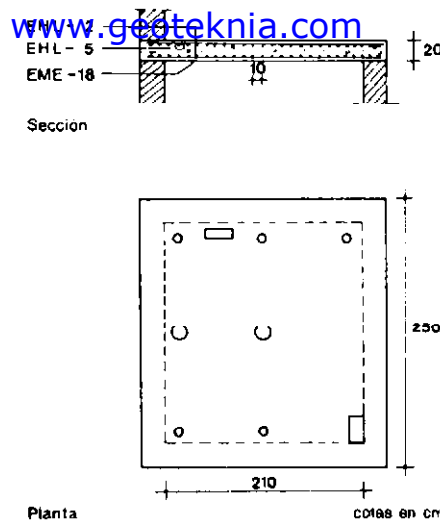
- EHL - 2 Parrilla inferior formada por redondos $\varnothing 12$ mm AE-42 a 10 cm. En el encuentro con un taladro se separarán los redondos del borde de éste 2 cm.
- EHL - 5 Losa de hormigón apoyada en dos de sus bordes paralelos, con las perforaciones indicadas en la Documentación Técnica, de resistencia característica 175 kg/cm^2 .
- EME-18 Encofrado de la losa, y encofrado perdido en los taladros que será de tubos de acero circulares o rectangulares de las dimensiones especificadas en la Documentación Técnica sobresaliendo 6 cm por la parte superior de la losa.

ITA-24 Losa perforada de 180 - 210



- EHL - 2 Parrilla inferior formada por redondos $\varnothing 16$ mm AE-42 a 10 cm. Parrilla superior formada por redondos $\varnothing 6$ mm AE-42 a 10 cm. En el encuentro con un taladro se separarán los redondos del borde de éste 2 cm.
- EHL - 5 Losa de hormigón apoyada en dos de sus bordes paralelos, con las perforaciones indicadas en la Documentación Técnica, de resistencia característica 175 kg/cm^2 .
- EME-18 Encofrado de la losa, y encofrado perdido en los taladros que será de tubos de acero circulares o rectangulares de las dimensiones especificadas en la Documentación Técnica sobresaliendo 6 cm por la parte superior de la losa.

ITA-25 Losa perforada de 250 - 210

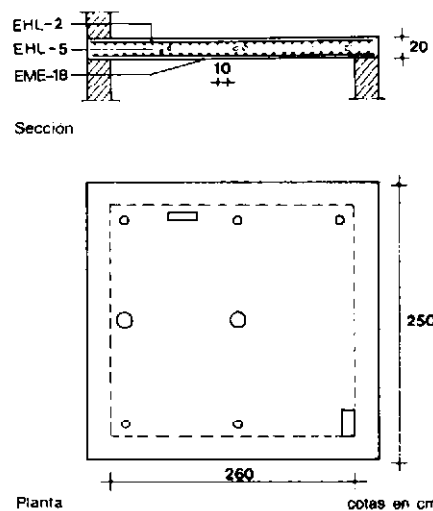


EHL- 2 Parrilla inferior formada por redondos \varnothing 20 mm AE-42 a 10 cm. Parrilla superior formada por redondos \varnothing 6 mm AE-42 a 10 cm. En el encuentro con un taladro se separarán los redondos del borde de éste 2 cm.

EHL- 5 Losa de hormigón apoyada en dos de sus bordes paralelos, con las perforaciones indicadas en la Documentación Técnica, de resistencia característica 175 kg/cm².

EME 18 Encofrado de la losa y encofrado perdido en los taladros que será de tubos de acero circulares o rectangulares de las dimensiones especificadas en la Documentación Técnica sobresaliendo 6 cm por la parte superior de la losa.

ITA-26 Losa perforada de 250 - 260

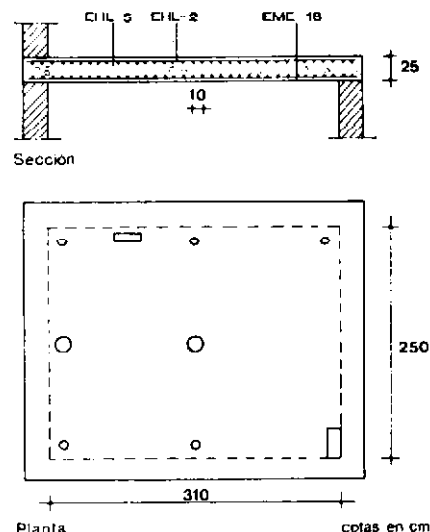


EHL- 2 Parrilla inferior formada por redondos \varnothing 20 mm AE-42 a 10 cm. Parrilla superior formada por redondos \varnothing 10 mm AE-42 a 10 cm. En el encuentro con un taladro se separarán los redondos del borde de éste 2 cm.

EHL- 5 Losa de hormigón apoyada en dos de sus bordes paralelos, con las perforaciones indicadas en la Documentación Técnica, de resistencia característica 175 kg/cm².

EME-18 Encofrado de la losa y encofrado perdido en los taladros que será de tubos de acero circulares o rectangulares de las dimensiones especificadas en la Documentación Técnica sobresaliendo 6 cm por la parte superior de la losa.

ITA-27 Losa perforada de 250 - 310

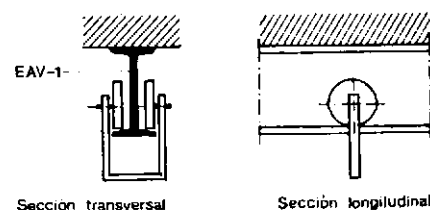


EHL- 2 Parrilla inferior formada por redondos \varnothing 20 mm AE-42 a 10 cm. Parrilla superior formada por redondos \varnothing 12 mm AE-42 a 10 cm. En el encuentro con un taladro se separarán los redondos del borde de éste 2 cm.

EHL- 5 Losa de hormigón apoyada en dos de sus bordes paralelos, con las perforaciones indicadas en la Documentación Técnica, de resistencia característica 175 kg/cm².

EME-18 Encofrado de la losa y encofrado perdido en los taladros que será de tubos de acero circulares o rectangulares de las dimensiones especificadas en la Documentación Técnica, sobresaliendo 6 cm por la parte superior de la losa.

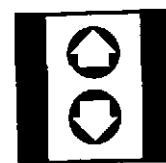
ITA-28 Carril para gancho deslizante



EAV- 1 Perfil I 160 preparado para recibir un gancho móvil con 1.000 kg de carga.

Ascensores

Lifts. Construction



ITA

1973

ITA-29 Acondicionamiento de cuarto de máquinas A-B

Las condiciones de estanquidad al agua y el aislamiento térmico y acústico de las paredes y cubiertas del cuarto de máquinas, no serán inferiores a las del resto del edificio.

La instalación eléctrica, bajo tubo de protección, comprende:

Toma de fuerza trifásica.

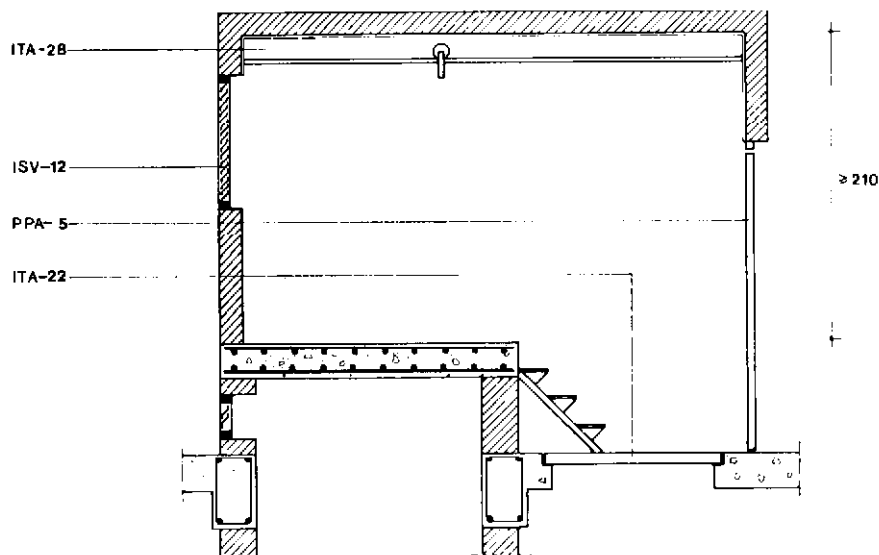
Instalación de alumbrado del cuarto, con un mínimo de 10W/m², situando uno de los puntos de luz sobre la maquinaria.

Enchufe auxiliar para toma de corriente.

Interruptores de alumbrado de recinto y cuarto de máquinas, situados junto a la puerta de acceso en el interior del cuarto.

Tomas de tierra del cuadro de acometida y masas metálicas del grupo tractor. Según NTE-IEB: Baja tensión

Punto de toma telefónica. Según NTE-IAT: Telefonía, si se ha especificado.



Sección

ISV-12 Rejilla de ventilación de chapa plegada de acero galvanizado, con separación de lamas de 2 cm, provista de bastidor y cerco en módulos de 30 x 30 cm.

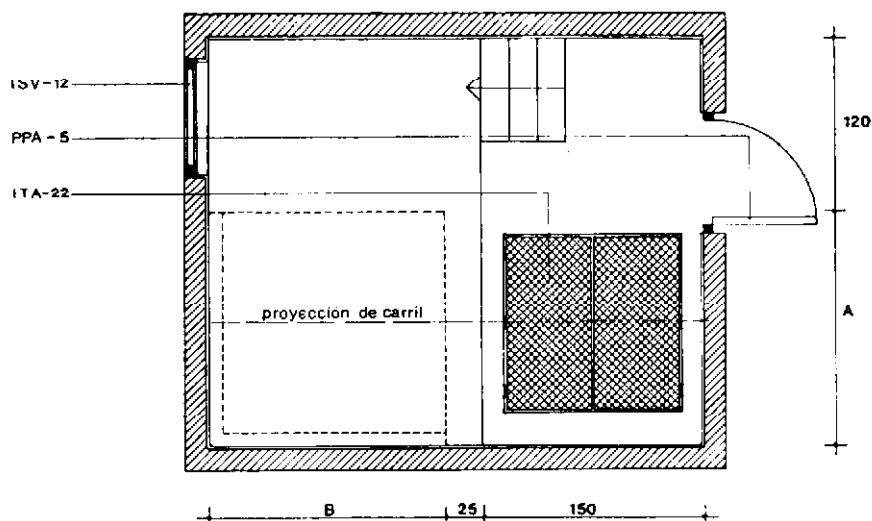
El cerco se recibirá mediante patillas de anclaje al muro de cerramiento.

ITA-22 Trampilla enrasada con el pavimento, recibido su cerco mediante patillas al forjado.

ITA-28 Carril para gancho deslizante, recibido mediante placas de anclaje a la estructura del edificio.

PPA-5 Puerta de chapa de acero de superficie continua, con su bastidor y cerco del mismo material, de dimensiones libres 190 x 70 cm, enrasada con la cara interior del cuarto y recibido el cerco con patillas de anclaje al muro de cerramiento.

Dotada de cerradura que pueda abrirse desde el interior sin llave.



Planta

cotas en cm

ITA-30 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta semiautomática A·B·D·E·H·N

Los muros del recinto podrán ser de hormigón en cuyo caso tendrán un espesor mínimo de 10 cm o de fábrica de ladrillo cuyo espesor mínimo ha de ser de 12 cm si son de cerramiento o de 25 cm si son autoportantes.

www.geoteknia.com

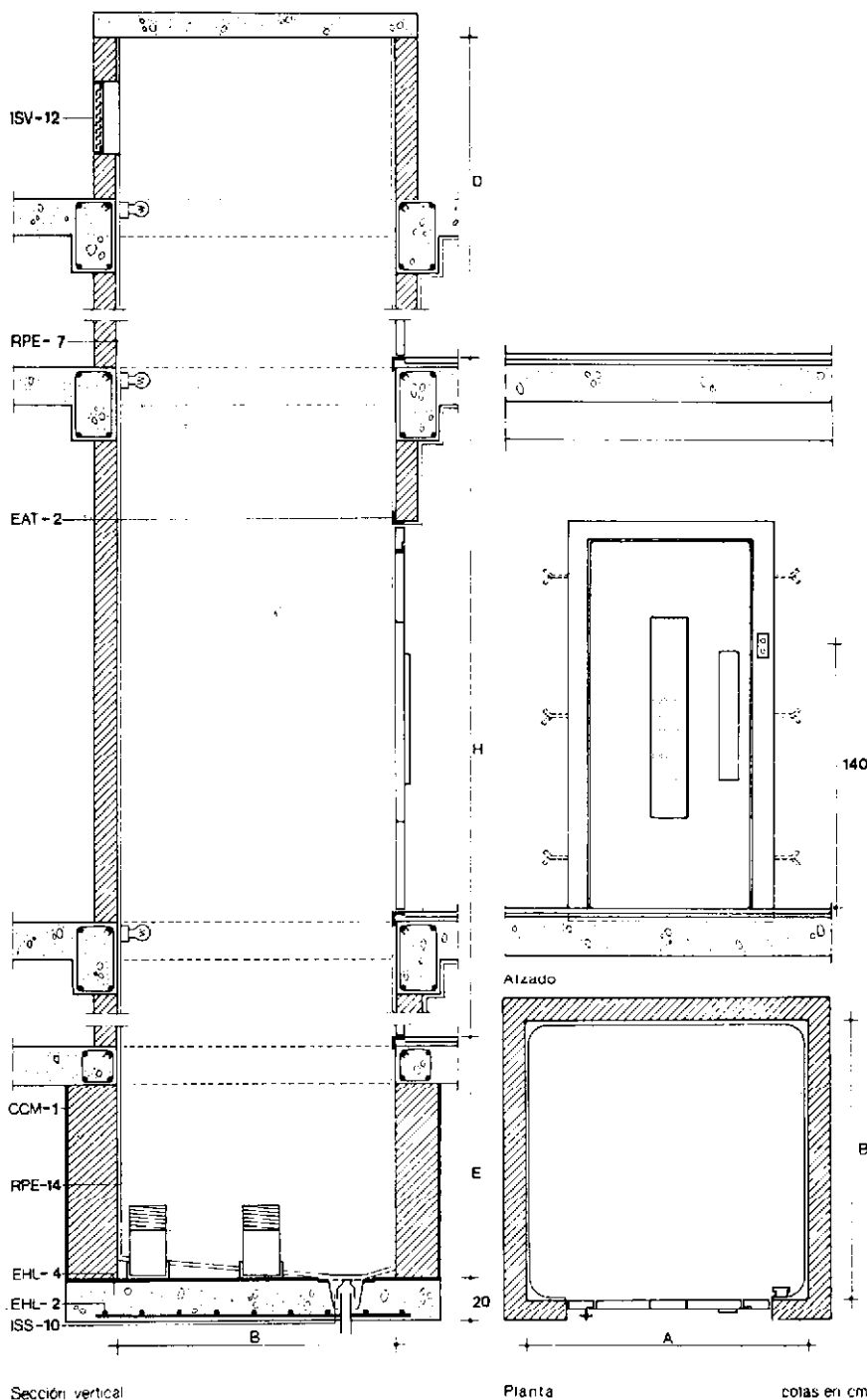
Los muros de ladrillo irán siempre enfoscados interiormente y zunchados en todo su perímetro a nivel del forjado.

Pintados de color blanco.

El recibido de guías, que será a cargo de personal especializado, se hará mediante fija-guías sujetas a muro por tornillos roscados a tacos de expansión de acero, introducidos a presión en los zunchos de hormigón, o cuando el recinto es de fábrica de hormigón en cualquier punto de ella.

Instalación de alumbrado con una lámpara de 40 W a nivel de cada planta y y conducción bajo tubo de protección según NTE - IFR. La línea eléctrica del sistema de maniobra se albergará en canal de tapa continua desmontable según NTE - IEB. Las botoneras exteriores se situarán a 140 cm de altura.

Las guías del camarín y contrapeso irán conectadas al sistema de puesta a tierra del edificio, según NTE - IEP.



CCM- 1 Impermeabilización formada por tres capas de pintura asfáltica.

EAT - 2 Perfil normal L 80.10 colocado como cargadero de dintel en todos los accesos.

A él irá soldado el cerco de la puerta semiautomática, que además llevará patillas de anclaje, como mínimo tres a cada lado para su unión al muro de fábrica.

El cerco será suministrado por la Casa Instaladora que fijará en obra el replanteo y será colocado por el constructor a la vez que se levanta el muro de cerramiento. En planta de entrada se dejará abierto todo el frente hasta la introducción en el recinto del camarín con su bastidor.

FHI - 2 Armadura de reparto en retícula, formada por redondos de \varnothing 10 mm AE-42 cada 15 centímetros.

EHL - 4 Losa apoyada sobre el terreno, de hormigón de resistencia característica 175 kg/cm².

ISS -10 Sumidero sifónico conectado a la red de saneamiento.

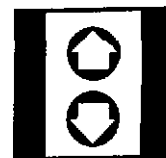
ISV -12 Rejilla de ventilación en chapa plegada de acero galvanizado, con separación de lamas de 2 cm, con su bastidor y cerco, en módulos de 30x30 cm. Recibido el cerco con patillas de anclaje.

RPE - 7 Enfoscado con mortero de cemento 1:4 maestreado y fratasado. Su ejecución será previa a la de montaje del equipo ascensor.

RPE -14 Enfoscado del foso con mortero de cemento 1:3 bruñido con ángulos redondeados. Su ejecución se hará después de recibidos los amortiguadores.

Ascensores

Lifts. Construction



13

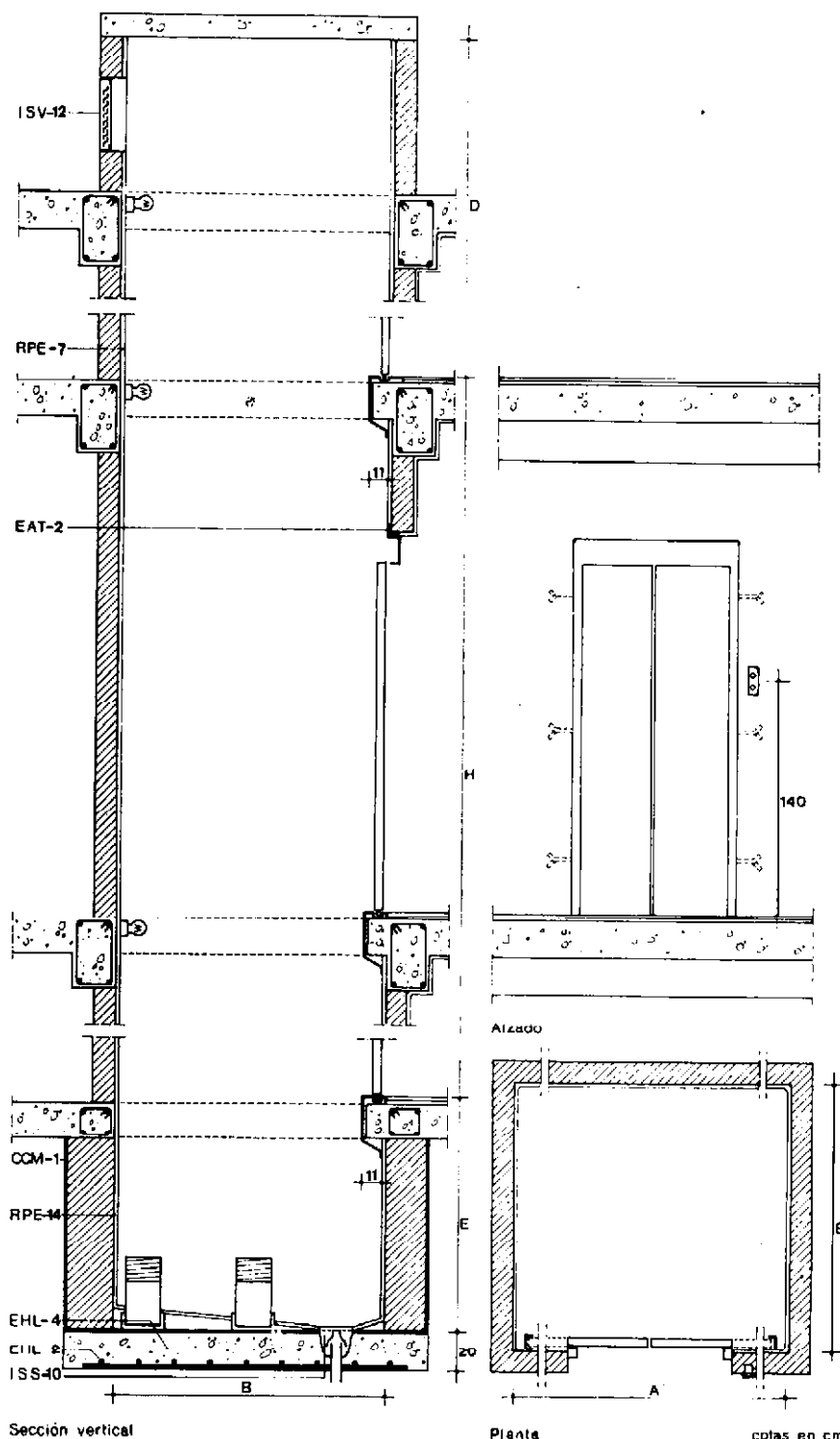
ITA

1973

ITA-31 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta automática A-B-C-D-E-H-N

Cumplirá las mismas condiciones generales que ITA-30.

El forjado tendrá un voladizo en recinto, en toda la parte frontal de éste, de 11 cm.



CCM- 1 Impermeabilización formada por tres capas de pintura asfáltica.

EAT - 2 Perfil normal L 80.10 colocado como cargadero de dintel en todos los accesos.

A él irá soldada la parte superior del cerco de la puerta automática, y los laterales de éste se unirán al muro de cerramiento frontal con un mínimo de tres patillas

El cerco será suministrado por la Casa Instaladora que fijará en obra el replanteo y será colocado por el constructor a la vez que se levanta el muro de cerramiento. En planta de entrada se dejará abierto todo el frente hasta la introducción en el recinto del camarlín con su bastidor.

EHL - 2 Armadura de reparto en retícula, formada por redondos de $\varnothing 10$ mm AE-42 cada 15 centímetros.

EHL - 4 Losa apoyada sobre el terreno, de hormigón de resistencia característica 175 kg. cm².

ISS -10 Sumidero sifónico conectado a la red de saneamiento.

ISV -12 Rejilla de ventilación en chapa plegada de acero galvanizado, con separación de lamas de 2 cm, con su bastidor y cerco, en módulos de 30x30 cm. Recibido el cerco con patillas de anclaje.

RPE - 7 Enfoscado con mortero de cemento 1:4 maestreado y fratasado. Su ejecución será previa a la de montaje del equipo ascensor.

RPE -14 Enfoscado del foso con mortero de cemento 1:3 bruñido con ángulos redondeados. Su ejecución se hará después de recibidos los amortiguadores.

Sección vertical

Planta

cotas en cm

2. Condiciones de seguridad en el trabajo

www.geoteknia.com

ITA-1 Equipo ascensor 5/0,63 N-H

Solo se hará uso del equipo ascensor para las operaciones de montaje propias de esta instalación, no sobrepasando en ningún caso las indicaciones de carga útil que figuran en la placa del bastidor.

La instalación no se utilizará como medio de transporte de material de obra.

El equipo completamente instalado sólo entrará en funcionamiento normal, una vez que haya sido revisado y aprobado por la correspondiente Delegación del Ministerio de Industria.

Las especificaciones ITA-2, ITA-3, ITA-4, ITA-5, ITA-6, ITA-7, ITA-8, ITA-9, ITA-10, ITA-11, cumplirán iguales condiciones de seguridad que ITA-1,

ITA-12 Equipo de puertas semiautomático manual N

Los huecos de las puertas de acceso al recinto, se protegerán con tableros de superficie continua, en los que figura el cartel «peligro, hueco ascensor».

Estos tableros sólo serán retirados del hueco correspondiente por el personal de montaje del ascensor, que los volverá a colocar en el hueco cuando no necesite actuar desde esa planta.

Sólo serán retirados definitivamente una vez que hayan colocado las puertas con sus correspondientes mecanismos de cierre y enclavamientos.

Las especificaciones ITA-13, ITA-14, ITA-15, ITA-16, cumplirán iguales condiciones de seguridad que ITA-12.

ITA-17 Equipo de maniobra individual N

Se seguirán las normas de seguridad para su instalación correspondientes a la NTE-IEB: Baja tensión.

Cuando no se trabaje con corriente, la instalación eléctrica estará desconectada.

Realizada la instalación completa, se dejará fuera de servicio, por corte de corriente, hasta que sea revisada y aprobada por la correspondiente Delegación del Ministerio de Industria.

Las especificaciones ITA-18, ITA-19, ITA-20, ITA-21, cumplirán iguales condiciones de seguridad que ITA-17.

ITA-23 Losa perforada de 180-150

Durante los trabajos de montaje en el cuarto de máquinas, se pondrá especial cuidado, a fin de que no caigan herramientas u otros objetos al recinto del ascensor a través de los taladros de la losa.

Las especificaciones ITA-24, ITA-25, ITA-26, ITA-27, cumplirán iguales condiciones de seguridad que ITA-23.

ITA-29 Acondicionamiento de cuarto de máquinas A-B

El hueco de la trampilla se protegerá con barandales a 90 y 60 cm de altura y rodapié de 20 cm que no se retirarán hasta que se fije definitivamente la trampilla. Una vez colocada ésta se mantendrá cerrada, abriéndose solamente para operaciones de montaje o revisiones en el cuarto de máquinas.

El carril para operaciones de montaje no se usará para cargas superiores a las especificadas, revisando en cada utilización el estado del gancho deslizante.

Iniciada la instalación del equipo ascensor no se permitirá el acceso al cuarto de máquinas de personal ajeno a la instalación.

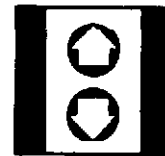
ITA-30 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta semiautomática A-B-D-E-H-N

En tanto no se realice el cerramiento del recinto, los huecos correspondientes a su paso en los forjados, se protegerán con barandales a 90 y 60 cm de altura y rodapié de 20 cm.

Los andamios para trabajos en el interior del recinto, llevarán rodapié de 20 cm de altura, no precisando barandales si las distancias de sus bordes a las paredes del recinto son inferiores a 30 cm.

La especificación ITA-31, cumplirán iguales condiciones de seguridad que ITA-30.

Se cumplirán además todas las disposiciones generales, que sean de aplicación, de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.



Ascensores

Lifts. Control

1973

1. Materiales y equipos de origen industrial

Los siguientes materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones de fabricación y control industrial señalados en el Reglamento de Aparatos Elevadores del Ministerio de Industria, completadas por las contenidas en las normas UNE que se indican. Cumplirán además las condiciones funcionales y de calidad especificadas en la presente NTE.

Especificación	Normas UNE
ITA- 1 Equipo ascensor 3/0,03 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA- 2 Equipo ascensor 5/1,00 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA- 3 Equipo ascensor 8/1,00 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA- 4 Equipo ascensor 8/1,60 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA- 5 Equipo ascensor 13/1,60 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA- 6 Equipo ascensor 13/2,50 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA- 7 Equipo ascensor 21/2,50 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA- 8 Equipo ascensor 21/3,50 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA- 9 Equipo montacamillas 24/1,00 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA-10 Equipo montacamillas 24/1,60 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA-11 Equipo montacamillas 24/2,50 N-H	UNE 58702*, 58703*, 58707*, 58708*, 58709*, 58710*, 36715*, 53285*, 53297*, 53127
ITA-12 Equipo de puertas semiautomático-manual N	UNE 58705*, 23122*
ITA-13 Equipo de puertas semiautomático-automático N	UNE 58705*, 23122*
ITA-14 Equipo de puertas con protección electromecánica C-N	UNE 58705*, 23122*
ITA-15 Equipo de puertas con protección electromecánica y célula N	UNE 58705*, 23122*
ITA-16 Equipo de puertas con protección electrónica N	UNE 58705*, 23122*
ITA-17 Equipo de maniobra individual N	UNE 58703*
ITA-18 Equipo de maniobra individual combinada N	UNE 58703*
ITA-19 Equipo de maniobra colectiva en bajada N-n	UNE 58703*
ITA-20 Equipo de maniobra colectiva en subida y bajada N-n	UNE 58703*
ITA-21 Equipo de maniobra de programa N-n	UNE 58703*

* Norma UNE en elaboración

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

2. Control de la ejecución

Especificación	Controles a realizar	Número de controles	Condición de aceptación automática
ITA-22 Trampilla	Dimensiones	100 %	Variaciones superiores a ± 5 %
ITA-23 Losa perforada 180 - 150	Dimensiones en planta	100 %	Variaciones superiores a ± 5 cm
	Espesor	100 %	Variaciones superiores a ± 1 cm
	Dimensiones y situación de los taladros	100 %	Variaciones superiores a ± 2 cm
	Diámetro, posición y número de los redondos de la armadura	Inspección general	Cualquier variación sobre lo especificado
	Resalto de manguitos sobre la losa	Inspección general	Variaciones superiores a ± 1 cm
ITA-24 Losa perforada 180 - 210	Dimensiones en planta	100 %	Variaciones superiores a ± 5 cm
	Espesor	100 %	Variaciones superiores a ± 1 cm
	Dimensiones y situación de los taladros	100 %	Variaciones superiores a ± 2 cm
	Diámetro, posición y número de los redondos de la armadura	Inspección general	Cualquier variación sobre lo especificado
	Resalto de manguitos sobre la losa	Inspección general	Variaciones superiores a ± 1 cm
ITA-25 Losa perforada 250 - 210	Dimensiones en planta	100 %	Variaciones superiores a ± 5 cm
	Espesor	100 %	Variaciones superiores a ± 1 cm
	Dimensiones y situación de los taladros	100 %	Variaciones superiores a ± 2 cm
	Diámetro, posición y número de los redondos de la armadura	Inspección general	Cualquier variación sobre lo especificado
	Resalto de manguitos sobre la losa	Inspección general	Variaciones superiores a ± 1 cm
ITA-26 Losa perforada 250 - 260	Dimensiones en planta	100 %	Variaciones superiores a ± 5 cm
	Espesor	100 %	Variaciones superiores a ± 1 cm
	Dimensiones y situación de los taladros	100 %	Variaciones superiores a ± 2 cm
	Diámetro, posición y número de los redondos de la armadura	Inspección general	Cualquier variación sobre lo especificado
	Resalto de manguitos sobre la losa	Inspección general	Variaciones superiores a ± 1 cm
ITA-27 Losa perforada 250 - 310	Dimensiones en planta	100 %	Variaciones superiores a ± 5 cm
	Espesor	100 %	Variaciones superiores a ± 1 cm
	Dimensiones y situación de los taladros	100 %	Variaciones superiores a ± 2 cm
	Diámetro, posición y número de los redondos de la armadura	Inspección general	Cualquier variación sobre lo especificado
	Resalto de manguitos sobre la losa	Inspección general	Variaciones superiores a ± 1 cm
ITA-28 Carril para gancho deslizante	Dimensiones	100 %	Cualquier variación sobre lo especificado

Ascensores

Lifts. Control



ITA

1973

Especificación

ITA-29 Acondicionamiento del cuarto de máquinas A-B

Controles a realizar

Número de controles

Condición de no aceptación automática

Dimensiones

Inspección general

Variaciones superiores al 10 %

Enrase de la trampilla con el pavimento.

Inspección general

Variaciones superiores a $\pm 0,5$ cm

Situación del carril uniendo la vertical de la trampilla con la del grupo tractor

Inspección general

Variaciones superiores a 15 cm

Fijación del carril a la estructura del edificio

Inspección general

Que no sea solidario con ella

Superficie de ventilación

Inspección general

Variaciones por defecto superiores al 5 %

Dimensiones de la puerta

100 %

Variaciones superiores al 5 %

Existencia de la toma de fuerza trifásica, monofásica para alumbrado, enchufe auxiliar, instalación de alumbrado, interruptores de alumbrado de recinto y cuarto de máquinas, toma de tierra del cuadro de acometida y punto de toma telefónica si se ha especificado

Inspección general

Falta alguna de estas especificaciones, o no se han realizado según la NTE correspondiente

Aislamiento e impermeabilización de paredes y techo

Inspección general

No es de las mismas características que las del resto del edificio

ITA-30 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta semi-automática A-B-D-E-H-N

Replanteo

Inspección general

Variación de dimensiones superior a -1% ó $+2\%$
Variación angular superior a 1 cm/m

Recorrido libre de seguridad

Inspección general

Supera las tolerancias: -1% , $+10\%$

Profundidad del foso.

Inspección general

Sobrepasa las tolerancias: -1% , $+10\%$

Cerramiento

Inspección general

Desplomes superiores a 0,1 % y como máximo 2 cm

Planeidad del enfoscado

Inspección general

Flechas de concavidad o convexidad superiores a 2,5 mm/m

Ventilación

Inspección general

Superficie de ventilación inferior a la especificada en un 5 %

Alineación vertical de los cercos

100 %

Variaciones superiores a 1 cm

Fijación del cerco

Inspección general

Faltan patillas

Enrase del umbral con el pavimento en cada planta

100 %

Variaciones superiores a $\pm 0,2$ cm

Impermeabilización del foso y desagüe a la red de saneamiento

Inspección general

No existen

Existencia de la instalación de alumbrado, puesta a tierra de las guías y protección de las conducciones eléctricas

Inspección general

Falta alguna de estas especificaciones o no se han realizado según la NTE correspondiente

Especificación	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
ITA-31 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta automática A-B-C-D-E-H-N	Replanteo	Inspección general	Variación de dimensiones superior a -1% ó $+2\%$ Variación angular superior a 1 cm/m
	Recorrido libre de seguridad	Inspección general	Supera las tolerancias: -1% , $+10\%$
	Profundidad del foso	Inspección general	Soprepasa las tolerancias: -1% , $+10\%$
	Cerramiento	Inspección general	Desplomes superiores a 0,1 %, y como máximo 2 cm
	Planeidad del enfoscado	Inspección general	Flechas de concavidad o convexidad superiores a 2,5 mm/m
	Ventilación	Inspección general	Superficie de ventilación inferior a la especificada en un 5 %
	Alineación vertical de los cercos	100 %	Variaciones superiores a 1 cm
	Fijación del cerco	Inspección general	Faltan patillas
	Enrase del umbral con el pavimento en cada planta	100 %	Variaciones superiores a $\pm 0,2$ cm
	Voladizo del forjado en el umbral	100 %	Variaciones superiores a $\pm 0,5$ cm
	Impermeabilización del foso y desagüe de la red de saneamiento	Inspección general	No existen
	Existencia de la instalación de alumbrado, puesta a tierra de las guías y protección de las conducciones eléctricas	Inspección general	Falta alguna de estas especificaciones o no se han realizado según la NTE correspondiente

3. Prueba de servicio

Prueba	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
Funcionamiento de la maniobra	Verificación desde el exterior del funcionamiento de los mandos	100 %	No funciona correctamente alguno de los mandos
	Verificación desde el camarín del funcionamiento de mandos	100 %	No funciona correctamente alguno de los mandos
Accionamiento de mandos	Prioridad de los mandos del camarín sobre los exteriores	Cinco	Intervalo inferior a 3 segundos
	Retardación de arranque	Cinco	Intervalo inferior a 5 segundos
Nivelación	En equipos ascensores ITA-1 a ITA-8. Ajuste entre la cota del pavimento de los rellanos de acceso y el del camarín, cuando éste va a plena carga, a media carga y vacío	Uno por planta y carga	Desajustes superiores a ± 4 cm
	Ajuste entre la cota del pavimento de los rellanos de acceso y el del camarín, cuando éste va a plena carga, a media carga y vacío	Uno por planta y carga	Desajustes superiores a: ITA - 9 ± 1 cm ITA - 10 ± 1 cm ITA - 11 $\pm 0,5$ cm



Instalaciones de Transporte

Ascensores

Lifts. Control



16

ITA

1973

Prueba	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
Régimen de velocidad	Velocidad media de un recorrido completo en subida y bajada con el camarín a plena carga, a media carga y vacío	Uno por carga	Diferencias con la especificada superiores a $\pm 5\%$
Arranque y parada	A media y plena carga	Uno por planta y carga	Produce molestias a los ocupantes del camarín
Ruidos y vibraciones	En los locales habitables próximos al recinto	Uno por local	Produce ruidos o vibraciones apreciables
	En los locales habitables próximos al cuarto de máquinas	Uno por local	Produce ruidos o vibraciones apreciables
	En el camarín	Uno por camarín	Produce ruidos o vibraciones molestas
Consumo energía eléctrica	Verificación del consumo de energía eléctrica en cinco recorridos completos a media carga	Dos	Variaciones superiores al 10 % según el rendimiento del conjunto especificado de la Documentación Técnica
Funcionamiento de las señalizaciones	Verificación del funcionamiento del indicador luminoso de posición del camarín durante el recorrido	Inspección general	No funciona correctamente
	Verificación del funcionamiento del indicador luminoso de estacionamiento en planta	Inspección general	No funciona correctamente
Funcionamiento del sistema de alarma	Verificación del funcionamiento del timbre de alarma	Inspección	No funciona correctamente
	Verificación de que el teléfono está conectado a la línea, cuando se haya especificado	Inspección general	No está conectado
Funcionamiento de los enclavamientos	Verificación de su funcionamiento	Uno por planta	Se abre alguna puerta estando funcionando el ascensor, o abriendo alguna puerta aquel sigue funcionando.
Cierre de puertas	Verificación del cierre	Uno por planta	No cierra bien
	Produce ruidos al cerrar	Uno por planta	Se oye en los locales habitables próximos
	Funcionamiento del mecanismo de arrastre y protecciones en las puertas automáticas	Uno por planta	Funcionamiento defectuoso

4. Criterio de medición

www.geoteknia.com

Especificación	Unidad de medición	Forma de medición
ITA- 1 Equipo ascensor 5/0,63 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA- 2 Equipo ascensor 5/1,00 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA- 3 Equipo ascensor 8/1,00 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA- 4 Equipo ascensor 8/1,60 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA- 5 Equipo ascensor 13/1,60 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA- 6 Equipo ascensor 13/2,50 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA- 7 Equipo ascensor 21/2,50 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA- 8 Equipo ascensor 21/3,50 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA- 9 Equipo montacamillas 24/1,00 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA-10 Equipo montacamillas 24/1,60 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA-11 Equipo montacamillas 24/2,50 N-H	ud	Unidad montada y probada.
ITA-12 Equipo de puertas semiautomático- - manual N	ud	Unidad montada y probada.
ITA-13 Equipo de puertas semiautomático -automático N	ud	Unidad montada y probada.
ITA-14 Equipo de puertas con protección electromecánica C-N	ud	Unidad montada y probada.
ITA-15 Equipo de puertas con protección electromecánica y célula N	ud	Unidad montada y probada.
ITA-16 Equipo de puertas con protección electrónica N	ud	Unidad montada y probada.
ITA-17 Equipo de maniobra individual N	ud	Unidad instalada y probada.
ITA-18 Equipo de maniobra individual combinada N	ud	Unidad instalada y probada.
ITA-19 Equipo de maniobra colectiva en bajada-N-n	ud	Unidad instalada y probada.



Especificación	Unidad de medición	Forma de medición
ITA-20 Equipo de maniobra colectiva en subida y bajada N-n	ud	Unidad instalada y probada.
ITA-21 Equipo de maniobra de programa N-n	ud	Unidad instalada y probada.
ITA-22 Trampilla	ud	Unidad terminada.
ITA-23 Losa perforada 180 - 150	ud	Unidad terminada y desencofrada.
ITA-24 Losa perforada 180 - 210	ud	Unidad terminada y desencofrada.
ITA-25 Losa perforada 250 - 210	ud	Unidad terminada y desencofrada.
ITA-26 Losa perforada 250 - 260	ud	Unidad terminada y desencofrada.
ITA-27 Losa perforada 250 - 310	ud	Unidad terminada y desencofrada.
ITA-28 Carril para gancho deslizante	m	Unidad terminada.
ITA-29 Acondicionamiento de cuarto de máquinas A-B	ud	Unidad terminada.
ITA-30 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta semi-automática A-B-D-E-H-N	ud	Unidad terminada.
ITA-31 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta automática A-B-C-D-E-H-N	ud	Unidad terminada.

1. Criterio de valoración

La valoración de cada especificación, se obtiene sumando los productos de los precios unitarios, correspondientes a las especificaciones recuadradas que la componen, por sus coeficientes de medición sustituidos los parámetros por sus valores numéricos en centímetros.

En los precios unitarios irán incluidos, además de los conceptos que se expresan en cada caso, la mano de obra directa e indirecta incluso obligaciones sociales y la parte proporcional de medios auxiliares.

La valoración dada se referirá a la ejecución material de la unidad completa terminada.

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coeficiente de medición
ITA-1 Equipo ascensor 5/0,63 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 1	1
ITA-2 Equipo ascensor 5/1,00 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 2	1
ITA-3 Equipo ascensor 8/1,00 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 3	1
ITA-4 Equipo ascensor 8/1,60 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 4	1
ITA-5 Equipo ascensor 13/1,60 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 5	1
ITA-6 Equipo ascensor 13/2,50 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 6	1
ITA-7 Equipo ascensor 21/2,50 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 7	1

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición
ITA-8 Equipo ascensor 21/3,50 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 8	1
ITA- 9 Equipo montacamillas 24/1,00 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 9	1
ITA-10 Equipo montacamillas 24/1,60 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 10	1
ITA-11 Equipo montacamillas 24/2,50 N-H	ud		
Incluso montaje en obra, pruebas de instalación y tramitación hasta aprobación definitiva.	ud	ITA - 11	1
ITA-12 Equipo de puertas semiautomático- - manual N	ud		
Incluso montaje en obra y pruebas de instalación.	ud	ITA - 12	1
ITA-13 Equipo de puertas semiautomático -automático N	ud		
Incluso montaje en obra y pruebas de instalación.	ud	ITA - 13	1
ITA-14 Equipo de puertas con protección electromecánica C-N	ud		
Incluso montaje en obra y pruebas de instalación.	ud	ITA - 14	1
ITA-15 Equipo de puertas con protección electromecánica y célula N	ud		
Incluso montaje en obra y pruebas de instalación.	ud	ITA - 15	1
ITA-16 Equipo de puertas con protección electrónica N	ud		
Incluso montaje en obra y pruebas de instalación.	ud	ITA - 16	1
ITA-17 Equipo de maniobra individual N	ud		
Incluso montaje en obra y pruebas de instalación.	ud	ITA - 17	1
ITA-18 Equipo de maniobra individual combinada N	ud		
Incluso montaje en obra y pruebas de instalación.	ud	ITA - 18	1
ITA-19 Equipo de maniobra colectiva en bajada-N-n	ud		
Incluso montaje en obra y pruebas de instalación.	ud	ITA - 19	1

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición
ITA-20 Equipo de maniobra colectiva en subida y bajada N-n Incluso montaje en obra y pruebas de instalación.	ud ud	ITA - 20	1
ITA-21 Equipo de maniobra de programa N-n Incluso montaje en obra y pruebas de instalación.	ud ud	ITA - 21	1
ITA-22 Trampilla Incluso cortes, soldadura, patillas de anclaje, bisagras, tiradores y cerradura.	ud kg kg m²	EAE - 1 EAT - 2 RSI - 3	36 31 1,75
ITA-23 Losa perforada 180 - 150 Incluso suministro y colocación de tubos de acero en taladros, vertido, vibrado del hormigón y colocación de armaduras.	ud kg m³ m²	EHL - 2 EHL - 5 EME - 18	92,00 0,69 2,70
ITA-24 Losa perforada 180 - 210 Incluso suministro y colocación de tubos de acero en taladros, vertido, vibrado del hormigón y colocación de armaduras.	ud kg m³ m²	EHL - 2 EHL - 5 EME - 18	237,50 0,9 3,78
ITA-25 Losa perforada 250 - 210 Incluso suministro y colocación de tubos de acero en taladros, vertido, vibrado del hormigón y colocación de armaduras.	ud kg m³ m²	EHL - 2 EHL - 5 EME - 18	471,50 1,56 5,25
ITA-26 Losa perforada 250 - 260 Incluso suministro y colocación de tubos de acero en taladros, vertido, vibrado del hormigón y colocación de armaduras.	ud kg m³ m²	EHL - 2 EHL - 5 EME - 18	628,50 1,86 6,50
ITA-27 Losa perforada 250 - 310 Incluso suministro y colocación de tubos de acero en taladros, vertido, vibrado del hormigón y colocación de armaduras.	ud kg m³ m²	EHL - 2 EHL - 5 EME - 18	798,70 2,70 7,75
ITA-28 Carril para gancho deslizante Incluso parte proporcional de recibo del mismo a muros del cuarto de máquinas.	m¹ kg	EAV - 1	18,00

	Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición
ITA-29 Acondicionamiento de cuarto de máquinas A·B			
Incluso recibido de rejilla de ventilación, puerta y trampilla.	ud	ISV -12	$\frac{A \cdot B}{18000}$
	ud	ITA -22	1
	kg	ITA -28	$0,18 B + 40,5$
	ud	PPA - 5	1
ITA-30 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta semi-automática A·B·D·E·H·N			
Incluso recibido de cargaderos, sumidero y rejilla de ventilación.	ud		
	m²	CCM- 1	$\frac{(A + 50) (B + 2E + 50) + 2E (B + 50)}{10.000}$
	kg	EAT - 2	16,70 N
	kg	EHL - 2	$\frac{1}{100} (0,08 \cdot A \cdot B + 4,75A + 4,75B + 268,7)$
	m³	EHL - 4	$\frac{1}{1000} (0,02 \cdot A \cdot B + A + B + 50)$
	ud	ISS -10	1
	ud	ISV -12	$\frac{A \cdot B}{30000}$
	m²	RPE - 7	$\frac{(A + B) (H + D) - 0,015 \cdot A \cdot B}{5.000} - 2,36 \cdot N$
	m²	RPE -14	$\frac{2E (A + B) + A \cdot B}{10.000}$
ITA-31 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta automática A·B·C·D·E·H			
Incluso recibido de cargaderos, sumidero y rejilla de ventilación.	ud		
	m²	CCM- 1	$\frac{(A + 50) (B + 2E + 50) + 2E (B + 50)}{10000}$
	kg	EAT - 2	$(0,12 C + 7,2) N$
	kg	EHL - 2	$\frac{1}{100} (0,08 \cdot A \cdot B + 4,75A + 4,75B + 268,7)$
	m³	EHL - 4	$\frac{1}{1000} (0,02 A \cdot B + A + B + 50)$
	ud	ISS -10	1
	ud	ISV -12	$\frac{A \cdot B}{30000}$
	m²	RPE - 7	$\frac{(A + B) (H + D) - 0,015 \cdot A \cdot B - 110 N (C + 30)}{5.000}$
	m²	RPE -14	$\frac{2E (A + B) + A \cdot B}{10.000}$

2. Ejemplo

Valoración total sobre el ejemplo de cálculo de:

- ITA- 3 Equipo ascensor 8/100 N-H
- ITA-14 Equipo de puertas con protección electromecánica C-N
- ITA-19 Equipo de maniobra colectiva en bajada N-n
- ITA-24 Losa perforada de 180 x 210
- ITA-29 Acondicionamiento del cuarto de máquinas A-B
- ITA-31 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta automática A-B-C-D-E-H-N

Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición	Precio unitario	Coefficiente de medición	
ITA- 3 Equipo ascensor 8/1,00-15-4.200					
ud	ITA- 3	× 1	= 700.000,00	× 1	= 700.000,00
ITA-14 Equipo de puertas con proteccion electromecánica 80-15					
ud	ITA-14	× 1	= 425.000,00	× 1	= 425.000,00
ITA-19 Equipo de maniobra colectiva en bajada 15-2					
ud	ITA-19	× 1	= 350.000,00	× 1	= 350.000,00
ITA-24 Losa perforada 180-210					
kg	EHL- 2	× 237,5	= 19,46	× 237,5	= 4.619,37
m²	EHL- 5	× 0,9	= 1.181,30	× 0,9	= 1.063,17
m²	EME-18	× 3,78	= 299,20	× 3,78	= 1.130,96
ITA-29 Acondicionamiento de cuarto de máquinas 180-210					
ud	ISV- 12	× $\frac{A \cdot B}{18000}$	= 687,65	× $\frac{180 \times 210}{18000}$	= 1.444,06
ud	ITA-22	× 1	= 6.000,00	× 1	= 6.000,00
kg	ITA-28	× 0,18B + 40,5	= 20,50	{ 0,18 × 210 + 40,5 }	= 1.605,15
ud	PPA- 5	× 1	= 1.330,00	× 1	= 1.330,00
ITA-31 Acondicionamiento del recinto y recibido de cerco para puerta automática 180-210-80-380-130-4.200-15					
m²	CCM- 1	× $\frac{(A+50)(B+2E+50)+2E(B+50)}{10000}$	= 66,00	× $\frac{(180+50)(210+2 \times 130+50)+2 \times 130(210+50)}{10000}$	= 1.235,52
kg	EAT- 2	× (0,12C + 7,2) N	= 20,50	× (0,12 × 80 + 7,2) 15	= 5.166,00
kg	EHL- 2	× $\frac{1}{100} (0,08A \cdot B + 4,75A + 4,75B + 268,7)$	= 19,45	× $\frac{1}{100} (0,08 \times 180 \times 210 + 4,75 \times 180 + 4,75 \times 210 + 268,7)$	= 1.000,70
m²	EHL- 4	× $\frac{1}{1000} (0,02A \cdot B + A + B + 50)$	= 1.153,30	× $\frac{1}{1000} (0,02 \times 180 \times 210 + 180 + 210 + 50)$	= 1.383,96
ud	ISS- 10	× 1	= 500,00	× 1	= 500,00
ud	ISV- 12	× $\frac{A \cdot B}{30000}$	= 687,65	× $\frac{180 \times 210}{30000}$	= 859,56
m²	RPE- 7	× $\frac{(A+B)(H+D)-0,015A \cdot B-110N(C+30)}{5000}$	= 106,10	× $\frac{(180+210)(4220+380)-0,015 \times 180 \times 210-110 \times 15(80+30)}{5000}$	= 34.680,64
m²	RPE-14	× $\frac{2E(A+B)+A \cdot B}{10000}$	= 129,70	× $\frac{2 \times 130(180+210)+180 \times 210}{10000}$	= 1.805,42

Total/pts. = 1.538.824,53

1. Criterio de mantenimiento

Especificación

ITA-Recinto

ITA-Cuarto de máquinas

ITA-1 Equipo ascensor 5/0,63 N-H

Utilización, entretenimiento y conservación

Se procederá a la limpieza del foso cada mes.

La iluminación del recinto permanecerá apagada, excepto cuando se proceda a reparaciones en el interior del mismo.

Será accesible únicamente a la persona encargada del servicio ordinario y al personal de la empresa conservadora.

Se limpiará cada mes, evitando que caiga suciedad al recinto.

No se utilizará el camarín por un número de personas superior al indicado en la placa de carga.

No se hará uso del botón de parada salvo en caso de emergencia.

El servicio de mantenimiento de un ascensor o de una batería de ascensor, se contratará preceptivamente, con una empresa autorizada por el Ministerio de Industria.

Este servicio incluirá el entretenimiento y la conservación del equipo, corriendo por cuenta de la empresa encargada del mantenimiento las revisiones periódicas, la atención de avisos, los engrases y ajustes, así como la reparación, reposición o recambio de cualquier componente del conjunto, de modo que el equipo se mantenga en las mismas condiciones técnicas de origen.

Cada 20 días como máximo, el personal de la empresa encargada del mantenimiento de los ascensores, revisará el estado y funcionamiento de la instalación.

Si la instalación da servicio a edificios de oficinas o locales de pública concurrencia, el plazo máximo para las revisiones será de diez días.

Las especificaciones ITA-2, ITA-3, ITA-4, ITA-5, ITA-6, ITA-7, ITA-8, ITA-9, ITA-10, ITA-11 tienen los mismos criterios de utilización, entretenimiento y conservación que la ITA-1.

ITA-12 Equipo de puertas semi-automático-manual N

La empresa instaladora facilitará una llave para apertura de puertas en caso de emergencia a la persona encargada del servicio ordinario de los ascensores. El uso de esta llave se limitará exclusivamente a las operaciones de rescate de las personas que viajasen en el camarín en el momento de la avería.

La persona encargada del servicio ordinario de los ascensores comprobará diariamente el correcto funcionamiento de las puertas y de la nivelación del camarín en todas las plantas subiendo el ascensor y parando en todas ellas, y bajando a pie comprobará en todas las plantas que las puertas semiautomáticas no se pueden abrir sin que esté el camarín parado en esa planta.

Si alguna de estas comprobaciones fuese desfavorable u observase alguna otra anomalía en el funcionamiento del ascensor, dejará éste fuera de servicio cortando el interruptor de alimentación del mismo, colocando en cada acceso los carteles indicativos de "no funciona" y avisará a la empresa conservadora.

Si la anomalía observada es, que puede abrirse una puerta de acceso al recinto sin estar, frente a ella, el camarín; además del letrero de "no funciona" y dejar fuera de servicio el ascensor se condenará la puerta impidiendo su apertura.

Cada 20 días como máximo, el personal de la empresa encargada del mantenimiento de los ascensores, revisará el estado y funcionamiento de la instalación.

Si la instalación da servicio a edificios de oficinas o locales de pública concurrencia, el plazo máximo entre revisiones, será de 10 días.

Las especificaciones ITA-13, ITA-14, ITA-15, ITA-16, tienen los mismos criterios de utilización, entretenimiento y conservación que la ITA-12.

ITA-17 Equipo de maniobra individual N

El usuario debe abstenerse de pulsar más de un botón de llamada.

La persona encargada del servicio ordinario de los ascensores avisará a la empresa conservadora en caso de que observe alguna anomalía en el funcionamiento de la maniobra.

Cada 20 días como máximo, el personal de la empresa encargada, revisará la instalación.

Si la instalación da servicio a edificios de oficinas o locales de pública concurrencia, el plazo máximo entre revisiones será de 10 días.

Las especificaciones ITA-18, ITA-19, ITA-20, ITA-21, tienen los mismos criterios de utilización, entretenimiento y conservación, que la ITA-17.

El funcionamiento y los trabajos de mantenimiento de la instalación de ascensores se ajustará al Reglamento de Aparatos elevadores, y a la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo correspondiente.